
22502977598



Mikroskopische Studien

aus

dem Gebiete

der

menschlichen Morphologie.

Mikroskopische Studien

aus

dem Gebiete

der

menschlichen Morphologie.

Von

J. Gerlach,
Professor der Anatomie und Physiologie zu Erlangen.

Mit acht lithographirten Tafeln.

Erlangen.
Verlag von Ferdinand Enke.
1858.

Vorwort.

Die menschliche Histologie ist mit wenigen Ausnahmen so vollständig bearbeitet, dass ohne bedeutende Verbesserung unserer optischen Hülfsmittel wenig Ausbeute in diesem Felde der Forschung mehr in Aussicht steht. Nur durch Anwendung neuer Methoden in der Untersuchung, dürften noch einige Resultate zu erzielen und zweifelhafte Fragen zur Entscheidung zu bringen sein. Eine der Methoden, welche mit am meisten zu leisten verspricht, scheint die Behandlung thierischer Gewebe mit Farbstoff zu sein, gegen welchen sich dieselben in ganz eigenthümlicher, characteristischer Weise verhalten. Schon seit vier Jahren habe ich mich vielfach damit beschäftigt, diese Methode zu vervollkommnen und für die menschliche Gewebelehre zu verwerthen.

Einige Beobachtungen, welche mittelst der Behandlung menschlicher Gewebe mit Farbstoff gewonnen wurden, lege ich den Fachgenossen in den folgenden Blättern zur Prüfung vor und bitte den Mangel an Zusammenhang zwischen den einzelnen Abhandlungen damit zu entschuldigen, dass dieselben ursprünglich zur Veröffentlichung in Zeitschriften bestimmt waren und ich mich erst später entschloss, dieselben in vorliegender Form erscheinen zu lassen.

Erlangen im März 1858.

J. Gerlach.

Inhalt.

Beiträge

zur

Structurlehre der Windungen des Kleinhirns.

Bevor ich zum eigentlichen Gegenstand dieser Abhandlung übergehe, muss ich einer Untersuchungsmethode gedenken, durch welche allein es möglich war zu Resultaten, wie die vorliegenden, zu gelangen und deren Vervollkommnung für die Kenntniss des centralen Nervensystems von ähnlicher Bedeutung werden dürfte, wie es meine Injectionsmethode für die Untersuchung des capillaren Gefässsystems geworden ist.

Bereits vor vier Jahren wurde ich bei Untersuchung der Wandungen injicirter Gefässe darauf aufmerksam, dass die Kerngebilde den Farbestoff *) sehr begierig aufnehmen und sich in dieser Beziehung anders verhalten als Zellen und Intercellularsubstanz.

Zellen nehmen zwar auch Farbstoff auf, aber viel langsamer und in geringerer Quantität als Kerngebilde. Die Intercellularsubstanz verhält sich nahezu indifferent gegen Farbstoff, und erhält selbst bei sehr langer Behandlung kaum eine merkliche Färbung. Am leichtesten überzeugt man sich von dem Gesagten durch Einlegen feiner Schnitte hyalinen

*) Der zu meinen Injectionen mit rother Farbe angewandte Farbstoff ist bekanntlich carminsaures Ammoniak.

Knorpels in eine Lösung von carminsaurem Ammoniak. Uebrigens erhält man dieselben Resultate, wenn man Epithelialzellen, Bindegewebe, glatte und quergestreifte Muskeln mit dem genannten Farbstoff behandelt.

Schon vor längerer Zeit hatte ich die Idee dieses Verhalten organischer Elementartheile gegen Farbstoff bei Untersuchung des centralen Nervensystems zu verwerthen. Ich legte möglichst feine Schnitte von Gehirn und Rückenmark, welche in doppelt chromsaurem Kali erhärtet worden waren, in eine ziemlich concentrirte Lösung carminsauren Ammoniaks, liess sie darin 10 bis 15 Minuten, wässerte sie mehrere Stunden in öfter erneuertem Wasser aus, behandelte sie sodann mit Essigsäure, hierauf mit absolutem Alkohol zur Entfernung des Wassers und conservirte sie mit Canadabalsam. Auf diese Weise erhielt ich ganz hübsche Präparate von Nervenzellen mit intensiv rothen Kernen, lichter gefärbten Zellen und deren Ausläufer und kaum gefärbter Grundmasse. Namentlich instructiv fand ich dieselben für die Ansicht der topographischen Anordnung der Nervenzellen in den Centralorganen, indem in Folge der Färbung der Zellen und ihrer Fortsätze die hierbei in Betracht kommenden Verhältnisse viel lebhafter in die Augen sprangen. Rückenmarksdurchschnitte, die ich auch meinen Würzburger Freunden Kölliker und H. Müller zeigte, machten sich besonders gut; übrigens muss ich bekennen, dass dieselben keine weiteren Aufschlüsse gaben und ganz mit den Abbildungen des Rückenmarks übereinstimmten, welche vor Kurzem Stilling *) veröffentlichte.

Der Zufall war es nun, welcher mir eine Methode der Anwendung des Farbstoffs zeigte, die vielmehr leistet, als die eben beschriebene. In einer Tasse, die nicht rein ausgespült worden war, blieb etwas Farbstoff zurück, den ich mit Wasser übergoss, so dass die Flüssigkeit eine schwache rosenrothe Färbung hatte. In dieser Flüssigkeit blieb über Nacht der Durchschnitt einer Kleinhirnwindung liegen. Ich hatte bei der ausserordentlich geringen Quantität und der enormen Verdünnung des Farbstoffs gar keine Färbung erwartet, war aber am nächsten Morgen im höchsten Grade erstaunt, den Durchschnitt in folgender Weise verändert zu finden. Die in die Windung sich fortsetzende weisse Markmasse war für das blosse Auge in der Färbung kaum verändert, auf

*) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks. Frankfurt 1856.

sie folgte aber die tief hochroth (unendlich viel röther, als die rosafarbene Flüssigkeit) gefärbte innere Lage der grauen Substanz, an welche sich die äussere Lage mit etwas matterer rother Farbe anschloss (Taf. I. Fig. 1). Die mikroskopische Untersuchung zeigte nun sogleich, dass ich hier ein Präparat vor mir hatte, das ganz Anderes versprach, als die nach der früheren Methode zubereiteten. Körner und Zellen der grauen Substanz waren intensiv roth gefärbt und die gleichfalls gefärbten Ausläufer der letzteren so massenhaft, lang und verästelt, wie ich es früher an keiner Zelle der Centralorgane je gesehen hatte. Diese Beobachtung zeigte mir zugleich, dass hier von einfachen Diffussions- oder Quellungsverhältnissen durchaus nicht die Rede sein könne; denn die Flüssigkeit, in der der Durchschnitt gelegen, war so wenig gefärbt, dass es mittelst des Mikroskops vollkommen unmöglich war, sie von gewöhnlichem Wasser zu unterscheiden und doch hatten die darin gelegenen Zellen und Körner sich auf das Intensivste gefärbt, während die feinkörnige Grundmasse und die markhaltigen Nervenröhren durch den Farbstoff gar keine Veränderung erlitten.

Auf diese interessanten Verhältnisse hoffe ich in einer späteren Arbeit zurückzukommen. Nur soviel sei hier bemerkt, dass der von den Zellen und Körnern des centralen Nervensystems aufgenommene Farbstoff, durch Wasser nicht mehr ausgelaugt werden kann. Ich hielt imbibirte Präparate vier Wochen lang in Wasser, das jeden zweiten Tag erneuert wurde, aber keine Spur von Farbenveränderung zeigte, während die Präparate dadurch nicht im Geringsten entfärbt wurden.

Die Methode, deren ich mich nun bei der Untersuchung bediente, war folgende: Von dem kleinen Gehirn eines achtjährigen Mädchens und eines erwachsenen Mannes, welche vier Wochen in einer Lösung von doppelt chromsaurem Kali von weingelber Farbe gelegen, wurden mittelst des Rasirmessers möglichst feine Schnitte gemacht. Diese Schnitte brachte ich in Wasser, welchem auf die Unze zwei bis drei Tropfen einer concentrirten Lösung carminsauren Ammoniaks zugesetzt waren. In dieser Lösung blieben die Schnitte zwei bis drei Tage liegen und wurden dann theils wie sie waren, theils mit Nadeln weiter bearbeitet, untersucht.

Die Structurverhältnisse der Kleinhirnwindungen scheint bereits Bowman *) ziemlich gut gekannt zu haben, doch gab zuerst Kölli-

*) Physiological Anatomy Vol. I. Pag. 272.

ker*) eine Abbildung derselben, welche mit Ausnahme einiger Punkte vollkommen correct genannt werden muss. Schon bei der Herausgabe der zweiten Auflage meiner Gewebelehre, überzeugte ich mich an feinen Schnitten von Chromsäurepräparaten von der Richtigkeit der Kölliker'schen Abbildung und folgte daher bei der Beschreibung der Kleinhirnwindungen **) ganz den Angaben von Kölliker. Ohne Verbesserung der Untersuchungsmethode des centralen Nervensystems war es auch hier geradezu unmöglich, die histologischen Verhältnisse in anderer Weise zu beschreiben, als dieses Kölliker gethan.

Wir beginnen die Betrachtung der Kleinhirnwindungen mit der Untersuchung der inneren weissen Substanz, die sich von dem Marklager des Kleinhirns nach jeder Windung erstreckt und auf welche sich die in zwei Schichten zerfallende graue Substanz der Windungen auflagert.

Die weisse Substanz der Kleinhirnwindungen erscheint an unseren Präparaten kaum merklich gefärbt; erst nachdem das Präparat mehrere Tage in der erwähnten Farbstofflösung gelegen, nimmt sie die Farbe von mattem Rosa an, die stärker prononcirt ist gegen die Gränze der grauen Substanz. Mit Nadeln lässt sie sich an feinen Schnitten in der Richtung von Innen nach Aussen leicht sehr fein zerfasern, da die Richtung der Faserzüge von dem Marklager nach der grauen Substanz der Windungen geht.

Die weisse Substanz (Taf. I. Fig. 2 A) besteht wesentlich aus Nervenröhren, welche radiär nach der grauen Substanz der Windungen verlaufen. Dieselben bieten das bekannte Verhalten der Fasern in Centralgebilden dar, die dunklen Ränder, die so häufige variköse Beschaffenheit, die Leichtigkeit, mit der der Axencylinder hier nachgewiessen werden kann, namentlich an Chromsäurepräparaten. Der Durchmesser dieser Röhren schwankt zwischen 0,001 und 0,004''', wobei ich jedoch ausdrücklich hervorheben muss, dass feine Schnitte auf das Unzweideutigste lehren, dass mit der Entfernung von dem weissen Marklager, gegen die graue Substanz der Windungen hin der Durchmesser der Nervenröhren entschieden abnimmt. Daher findet man in der Nähe der grauen Substanz der Windungen nur feine Röhren von 0,0015 bis 0,001''' Durchmes-

*) Mikroskopische Anatomie Taf. IV. Fig. 4.

**) Meine Gewebelehre. 2. Aufl. Pag. 448.

ser, während die breiteren bis zu 0,004''' nur in den an das Marklager anstossenden Parthien der weissen Substanz der Windungen vorkommen. Dieses Verhalten deutet entschieden auf Theilungen der Nervenröhren, deren Nachweis an feinzerfaserten Präparaten leicht gelingt. Allerdings ist es gerade nicht häufig, dunkelrandige Röhren sich theilen zu sehen, obgleich ich aus Dieses wiederholt beobachtete (Taf. II. Fig. 1); dagegen sieht man die des Markes beraubten Axencylinder sich häufig theilen und gar nicht selten findet man Objecte, an denen die Theilung an demselben Axencylinder sich wiederholt, wo also eine wirkliche Verästelung stattfindet (Taf. II. Fig. 5). Am belehrendsten ist das von mir häufig beobachtete Verhältniss, dass der sich theilende Axencylinder vor der Theilung noch eine Strecke weit von Markmasse umgeben ist. (Taf. II. Fig. 3, 6, 7).

Neben den Nervenröhren findet man in der weissen Substanz der Windungen auch noch rundliche Körper von 0,003 bis 0,004''' Durchmesser, welche, da ich sie für vollkommen identisch mit den in der Retina unter dem Namen von Körnern vorkommenden Elementartheilen halte, auch hier kurz Körner genannt werden mögen. Diese Gebilde werden jedoch erst in der Nähe der grauen Substanz der Windungen häufiger, fehlen aber auch in dem weissen Marklager nicht ganz. Allein auch in der Nähe der grauen Substanz bilden sie immer nur den untergeordneten Theil der weissen Substanz der Windungen, die Hauptmasse besteht aus Nervenröhren. Diese Körner sind es nun, welche den Farbstoff äusserst begierig aufnehmen, daher intensiv roth gefärbt sind, während die markhaltigen Nervenröhren sich vollkommen indifferent gegen den Farbstoff verhalten und auch die freien Axencylinder nur sehr schwach gefärbt erscheinen. Die matte rosa Färbung der weissen Substanz der Windungen hängt nur von der Gegenwart dieser Körner ab und ist daher in der unmittelbaren Nähe der grauen Substanz am meisten ausgesprochen, während sie sich gegen das weisse Marklager mehr und mehr verliert.

Beobachtet man diese Körner genauer, so findet man an den meisten einen, zwei und bisweilen jedoch nur ausnahmsweise auch drei ungefärbte fadenförmige Anhänge, die aber meist von solch' verschwindender Feinheit sind, dass eine Messung derselben nicht zulässig erscheint (Taf. II. Fig. 2). Die Körner selbst bestehen aus einer ziemlich homogenen gleichmässig roth gefärbten Masse, lassen jedoch meistens

nach Behandlung mit concentrirter Essigsäure einzelne ganz feine Körnchen erkennen. Unter den grösseren Körnern findet man bisweilen einzelne, welche noch eine zweite blasse Contour erkennen lassen, die das eigentliche Korn ganz nahe umgiebt (Taf. II. Fig. 9). Nach Behandlung mit Natronlösung wird die Anzahl derjenigen Körner, welche diese zweite Contour erkennen lassen grösser, aber bei der grossen Mehrzahl der Körner fehlt auch nach Behandlung mit Alkalien diese zweite Contour. Kölliker und H. Müller sprechen sich mit Bestimmtheit dahin aus, dass die mit unsern Körnern vollkommen identischen Gebilde der Retina als kleine Zellen zu betrachten seien, deren Hülle den Kern hart umschlösse. Ich muss gestehen, dass meine Beobachtungen mir in dieser Beziehung keine so ganz bestimmten Schlüsse erlauben; denn wie gesagt auch nach Behandlung mit Natron lässt die Mehrzahl der Körner eine eigentliche Umhüllung immer noch vermissen. Da übrigens einzelne dieselbe zeigen, so halte auch ich die Annahme für nicht zu sehr gewagt, die Körner als Zellen zu betrachten; vielleicht gelingt es später mit der Verbesserung unserer optischen Hülfsmittel, den Nachweis, dass jedes Korn von einer Hülle umgeben ist, zu liefern.

Nachdem ich die fadenförmigen Anhänge der Körner entdeckt, war ich im Anfang unter dem Einfluss der seit einigen Jahren von Dorpat ausgegangenen Ideen über die Structur des centralen Nervensystems geneigt, die Körner für den sogenannten Bindegewebskörperchen analoge Bildungen zu halten, und zwar dieses um so mehr, da diese Anhänge meist nur sehr kurz, ja meist kürzer als das Korn selbst sind. Aber die Beobachtung einzelner Körner, deren Anhänge drei bis viermal so lang als sie selbst waren, machten diese meine erste Auffassungsweise wankend und ich stellte mir daher die Frage, ob hier nicht ähnliche Verhältnisse, wie in der Retina vorkommen könnten. An Präparaten, die mit den feinsten Nadeln unter der Lupe möglichst gut zerfasert waren, fand ich alsbald, dass eine directe Communication zwischen den fadenförmigen Anhängen der Körner und markhaltigen Nervenröhren existire, (Taf. II. Fig. 8), dass also die fraglichen Anhänge keine andere Bedeutung haben als die von Axencylindern markhaltiger Röhren, welche zu Körnern und durch Körner treten. Nachdem ich dieses Verhältniss erkannt hatte, fand ich es mit der grössten Leichtigkeit an mehr als hundert Objecten wieder und konnte mich in der That nicht genug wundern, dass mir dieser Zusammenhang früher nicht sogleich in die Augen

gefallen war. Es ging mir eben hier, wie so häufig bei mikroskopischen Beobachtungen. Kennt man einmal die richtigen Verhältnisse, so findet man sie leicht überall wieder; das erste Finden ist eben das Schwierige.

Was nun die Axencylinder, welche zu den Körnern gehen, selbst betrifft, so ist entweder das Verhältniss einfach so, das der aus einer feineren markhaltigen Röhre tretende Axencylinder gerade zu einem Korne sich begiebt, oder dass sich derselbe vorher, bisweilen wiederholt theilt und an den einzelnen Aestchen die Körner aufsitzen (Taf. II. Fig. 5). Auch habe ich gesehen, dass seitlich aus einer etwas stärkeren dunkel contourirten Nervenfaser der zu einem Korn gehende Axencylinder unmittelbar abgeht (Taf. II. Fig. 3, 6, 7). In seltenen Fällen kommen auch Objecte zur Beobachtung, welche lehren, dass auch ausserordentlich feine dunkelcontourirte und stellenweise variköse Nervenröhren direct mit Körnern sich verbinden (Taf. II. Fig. 8). Ich muss gestehen, dass ich der Ansicht bin, dass dieses letztere Verhältniss das einzige in der Wirklichkeit vorkommende ist und die Ursache, warum es verhältnissmässig so selten zur Beobachtung kommt nur in der eigenthümlichen denudirenden Wirkung der Chromsäure und ihrer Salze liegt, welche dieselbe auf dunkelrandige Nervenröhren, besonders auf die feineren ausübt, ein Verhältniss, auf das wir später noch ausführlicher zurückkommen werden.

Rücksichtlich der Art und Weise der Zusammenhangs der Axencylinders oder vielleicht besser der Nervenröhren mit den Körnern kann ich nur sagen, dass sich hier dieselben Verhältnisse wiederfinden, wie sie schon seit länger von der Retina bekannt sind. Der Axencylinder scheint einfach durch ein intensiv roth gefärbtes Korn unterbrochen zu sein, während auf ihn selbst der Farbestoff nur wenig einwirkt. Bei der Leichtigkeit, mit der die Fasern unmittelbar an den Körnern abbrechen, sieht man häufig nur zutretende Axencylinder, dagegen keine abgehenden (Taf. II. Fig. 5, 8); ich habe guten Grund zu vermuthen, dass allen diesen Bildern eine partielle Verstümmlung zu Grunde liegt, und dass an jedem Korn eine zugehende und eine in der entgegengesetzten Richtung abgehende Faser als vorhanden angenommen werden muss. Zweimal hatte ich sogar Gelegenheit zu sehen, dass zu einem Korn eine Faser ging und an der entgegengesetzten Seite zwei allerdings feinere Fäserchen divergirend abgingen (Taf. II. Fig. 4). Das nicht ganz seltene Vorkommen von Körnern mit drei ganz kurzen fadenförmigen Anhängen scheint in diesem Verhältniss seine Erklärung zu finden.

Die graue Substanz der Windungen zerfällt in eine innere und äussere Schichte, welche durch die Lupe schon an frischen Durchschnitten unterschieden werden. An mit Farbstoff behandelten Präparaten ist dieser Unterschied auf das Evidenteste schon mit dem unbewaffneten Auge wahrzunehmen; denn die innere Schichte ist intensiv dunkelroth gefärbt, und hebt sich dadurch sowohl von der blassrothen weissen Substanz der Windungen wie von der viel minderstark gefärbten äusseren Schichte ab. (Taf. I. Fig. 1). Uebrigens ist die Farbe der letzteren etwas intensiver als die der weissen Substanz der Windungen.

Kölliker nannte die innere Lage der grauen Substanz der Windungen die rostfarbene und die äussere die graue Schichte. Ich halte es für zweckmässiger nach Analogie der Retina die innere Lage als Körnerschichte und die äussere als Zellenschichte zu bezeichnen. Was die Dicke beider Schichten betrifft, so ist auf der Höhe der Windungen, die Körnerschichte und in den Furchen zwischen den Windungen die Zellenschichte mächtiger.

Die Körnerschichte (Taf. I. Fig. 2 B) besteht, wie es schon in ihrem Namen liegt, hauptsächlich aus Körnern und zwar so verwaltend, dass man bei der ersten Betrachtung auch feinerer Schnitte über der Masse der Körner die übrigen Elementartheile geradezu übersieht. Der ausserordentlich grossen Menge von Körnern verdankt auch diese Schichte die intensive Färbung, welche sie nach Behandlung mit Farbstoff erhält. Die Körner haben hier ganz dieselbe Beschaffenheit wie in der weissen Substanz der Windungen.

Neben den Körnern finden sich aber auch feine Fasern, welche jedoch an Chromsäurepräparaten der Mehrzahl nach weniger den Character ganz feiner dunkelrandiger Röhren, als den von Axencylindern an sich tragen. An frischen Präparaten sieht man dagegen vorwiegend markhaltige Fasern. Die Richtung dieser Fasern ist mehr oder weniger radiär, d. h. sie verlaufen von den inneren Parthien der Körnerschichte zu den äusseren. Auch hier sind namentlich an Chromsäurepräparaten Theilungen und Abzweigungen des Axencylinders ausserordentlich häufig. (Taf. II. Fig. 5). Wie in der weissen Substanz der Windungen, so treten auch in der Körnerschichte die ramificirten Axencylinder zu und durch Körner und meiner Ansicht nach existirt nicht ein einziges Korn, das nicht mit einer Faser in Verbindung stände. Nur sind hier die Verhältnisse wegen der Masse der Körner und der verhältnissmässig geringeren An-

zahl von Fasern complicirter, als in der weissen Substanz der Windungen und der Zusammenhang zwischen Körnern und Fasern ist hier wegen der ausserordentlichen Feinheit der letzteren und der dadurch bedingten grösseren Neigung der Körner sich von den Fasern abzulösen, schwieriger zu constatiren. An recht feinen Schnitten und bei glücklicher Präparation sieht man aber häufig genug einen unter spitzen Winkeln sich wiederholt theilenden Axencylinder, dessen Ramificationen durch Körner treten, ein Bild, das ganz mit jenem übereinstimmt, wie es seit H. Müller, aus der Körnerschichte der Retina bekannt ist. Eine Faser tritt aber nicht durch ein einziges Korn, sondern, wie es scheint, wiederholt durch mehrere Körner, wie Präparate lehren, an welchen man zwei Körner durch eine Faser verbunden sieht (Taf. II. Fig. 4). Auch sind es nicht allein die letzten durch Theilung entstandenen Aeste der Nervenröhren, welche durch Körner treten, sondern ich habe mehrmals beobachtet, dass eine Faser nach ihrem Durchtritt durch ein Korn einer neuen Theilung unterlag, und dass die durch diese Theilung entstandenen Aeste sich wieder zu Körnern begaben.

Ausser den Elementartheilen, die wir als Körner bezeichnen, kommen freilich sehr vereinzelnt und nur in der äusseren Hälfte der Körnerschichte auch evidente kleinere Zellen vor, (Taf. II. Fig. 10) meist von ovaler Gestalt, (0,005‴ lang und 0,004‴ breit) mit einem bläschenförmigen Kern und sehr scharf markirtem Kernkörperchen. Der fein granulirte Inhalt und die Fortsätze, welche von diesen Zellen ausgehen, kennzeichnen dieselben hinreichend als centrale Nervenzellen. Die Fortsätze sind aber immer kurz abgebrochen, nicht ramificirt, wesshalb es mir unmöglich war das Verhältniss derselben zu den Körnern näher zu erforschen. Kölliker stellt das Vorkommen dieser Zellen in der Körnerschichte, wo sie schon Todd und Bowman beschrieben, mit Unrecht ganz in Abrede. Soviel ist jedoch richtig, dass man zehn bis zwölf feine Schnitte durchmustern kann, bevor man einmal auf eine dieser Nervenzellen stösst.

Was schliesslich die Dicke der Körnerschichte betrifft, so ist dieselbe auf der Höhe der Windungen am beträchtlichsten und nimmt gegen die Tiefe der Furchen ab. An ersterer Stelle beträgt dieselbe 0,2‴, an letzteren dagegen nur 0,05‴.

Die Zellenschichte der grauen Substanz der Windungen (Taf. I. Fig. 2 C) enthält Zellen, Körner, Fasern und eine zwischen diesen Elementartheilen eingelagerte feinkörnige Grundmasse, welche als eine

Art von Stroma, oder von Intercellularsubstanz zu bezeichnen sein dürfte.

Die Zellen liegen eigentlich mehr in dem äussersten Theile der Körnerschichte als in der Zellenschichte selbst (Taf. I. Fig. 2 x); wenigstens gilt dieses von dem grösseren Theile des Zellenkörpers, während die grosse Masse der nach aussen verlaufenden Fortsätze der Zellenschichte angehören und einen grossen Theil der Masse derselben bilden. Diese Zellen sind wenigstens nach den ungemein zahlreichen Durchschnittspräparaten, welche mir unter die Augen kamen, nur in einfacher Lage vorhanden und liegen in Abständen von durchschnittlich 0,02 bis 0,03''' von einander entfernt in der Art, dass der grössere Theil des Zellenkörpers noch von den Körnern der Körnerschichte umgeben ist. Purkinje *), welcher schon vor zwanzig Jahren diese Zellen trefflich beschrieb, kannte auch ziemlich genau schon ihre Lageverhältnisse und bildete sie in (Fig. 18 Taf. II.) in einfacher Lage nur etwas zu lang gestreckt ab. Es ist daher auffallend, dass Kölliker, welcher die Beschreibung dieser Zellen von Purkinje citirt, seiner mikroskopischen Anatomie eine Abbildung **) beigegeben hat, in welcher diese Zellen in drei über einander befindlichen Lagen gezeichnet sind, eine Art der Darstellung, welcher ich nach dem wenigstens, was ich gesehen, nicht beipflichten kann.

Die Zellen haben mehr eine ovale als runde Gestalt und zwar fällt in der Regel der längere Durchmesser in die verticale, der kürzere dagegen in die horizontale Ebene des Durchschnitts. Die Grösse dieser Zellen ist bei den einzelnen ziemlich gleichbleibend; ihren längeren Durchmesser bestimmte ich zu 0,018''' und ihren kürzeren zu 0,012'''. Alle Zellen haben eine deutliche Hülle, welche hier leichter nachzuweisen ist, als an anderen Zellen des centralen Nervensystems. Der Inhalt derselben ist feinkörnig, aber nicht, wie in so vielen anderen Nervenzellen gelblich oder schwärzlich pigmentirt. Mit Natronlösung behandelt quillt derselbe bedeutend auf, wodurch die Zellen beträchtlich anschwellen, und wobei nach längerer Einwirkung eine Auflösung der Zellenhülle erfolgt. Die Kerne dieser Zellen sind exquisit bläschenförmig und gleichfalls oval,

---

*) Bericht über die Versammlung deutscher Naturforscher in Prag im Jahre 1837. Prag 1838. Pag. 180 Taf. II. Fig. 18.

**) Mikroskop. Anatomie Bd. II. Taf. IV. Fig. 4.

0,0054‴ lang und 0,0045‴ breit. In der Mitte derselben fehlt nie das sehr markirte Kernkörperchen, dessen Grösse 0,0018‴ beträgt.

Die Zellen der Windungen des Kleinhirns sind weiter ausgezeichnet durch ihre Fortsätze und die ausserordentliche Ramification der letzteren. Diese Fortsätze zerfallen in solche, welche nach aussen zu den peripherischen Theilen der Zellenschichte sich begeben und in solche, welche nach innen zur Körnerschichte treten. Die ersteren bieten wieder ein doppeltes Verhalten dar. Der häufigere Fall ist der, dass aus dem peripherischen Pole der Zelle nur ein 0,005 bis 0,006‴ breiter Fortsatz abgeht, welcher nach kürzerem, oder längerem Verlaufe in zwei etwas minder breite Aeste zerfällt. (Taf. II. Fig. 11). Diese Aeste theilen sich fortgesetzt meist dichotomisch unter spitzen Winkeln, so dass zuletzt ausserordentlich feine Reiserchen von kaum messbarer Feinheit entstehen. Daneben sieht man andere Zellen, von welchen nach aussen sogleich zwei, sehr selten aber mehr Fortsätze, von 0,004‴ Breite abgehen, welche sich alsbald weiter ramificiren (Taf. II. Fig. 12 und 13). Die Hauptrichtung sämmtlicher Aeste und Zweige geht von innen nach aussen zur Peripherie der Zellenschichte und nahe an dem äussersten Ende der letzteren finden sich noch feine Reiserchen reichlich vor. Wegen dieser Gleichmässigkeit in der Richtung des Verlaufes bietet die Zellenschichte namentlich in ihren beiden inneren Drittheilen, wo noch breitere Fortsätze vorkommen, ein eigenthümlich streifiges Verhalten dar, auf das schon vor längerer Zeit Remak *) aufmerksam machte und durch Annahme hier vorhandener grauer Fasern erklären zu können glaubte.

Die nach innen zur Körnerschichte tretenden Fortsätze, welche Kölliker **) bereits gesehen und abgebildet hat, sind viel dünner, als die äusseren, nämlich kaum 0,001‴ breit. An den meisten Zellen findet sich nur ein nach innen gehender Fortsatz (Taf. II. Fig. 11 und 14), an einzelnen fand ich aber auch deren zwei (Taf. II. Fig. 12). Nur selten beobachtet man an diesen Fortsätzen Theilungen, dagegen kann es keinem Zweifel unterliegen, dass dieselben auch ohne sich zu theilen mit der Entfernung von der Zelle feiner werden.

---

*) Müllers Archiv. Jahrg. 1841 Pag. 514.

**) Mikroskop. Anatomie Bd. II. Pag. 450. Fig. 135.

Was die Structur der Fortsätze der Nervenzellen betrifft, so zeigen die breiteren, welche unmittelbar von den Zellen abgehen, eine ausserordentlich fein granulirte Beschaffenheit, welche jedoch mit der grösseren Entfernung einem mehr streifigen und selbst homogenen Verhalten Platz macht.

Ausser diesen durch ihre bestimmten Lagerungsverhältnisse ausgezeichneten grossen Nervenzellen kommen, jedoch nur ganz ausnahmsweise mehr nach aussen gegen die Mitte der Zellenschichte gelegene kleinere Nervenzellen vor (Taf. II. Fig. 16). Dieselben sind 0,005 bis 0,006''' lang und 0,004 bis 0,005''' breit, besitzen gleichfalls einen fein körnigen Inhalt und einen bläschenförmigen Kern mit deutlichem Kernkörperchen. Auch Fortsätze gehen von diesen kleineren Zellen ab, allein dieselben sind meist ziemlich nahe an den Zellen abgerissen und es gelang mir nicht weitere Ramificationen an denselben zu beobachten.

Die Nervenzellen sind nun ausgezeichnet durch ihr Verhalten gegen Farbstoff. Am schnellsten und intensivsten färbt sich das Kernkörperchen, welches schon nach einem Aufenthalt von fünf Minuten in der oben beschriebenen sehr diluirten Farbstofflösung die rothe Farbe zeigt. Hierauf folgt der Kern, der nach Verlauf einer halben Stunde blass rosa gefärbt erscheint. Der Zelleninhalt erscheint erst nach sechs bis acht Stunden gefärbt, und von der Zelle erstreckt sich die Färbung zunächst auf die nahegelegenen grösseren Fortsätze, die nach einer vier und zwanzigstündigen Behandlung mit der diluirten Farbstofflösung die rothe Farbe annehmen. Zur Färbung der feineren entfernter gelegenen Ramificationen der Fortsätze werden zwei bis drei Tage erfordert und zwar ist es sehr leicht nachzuweisen, dass mit der Länge der Zeit die Anzahl der gefärbten feinen und feinsten Ramificationen zunimmt. Die färbende Wirkung des Farbstoffes schreitet also von der Zelle nach der Peripherie der Fortsätze weiter. Hat man feine Durchschnitte drei bis vier Tage mit der diluirten Farbstofflösung behandelt, so erhält man die prächtigsten Bilder verzweigter Fortsätze, die ganz nahe an das peripherische Ende der Zellenschichte sich erstrecken und an das Schönste erinnern, was man von Capillargefässen auf dem Wege der Injection darstellen kann. Häufig hat es dabei den Anschein, dass selbst grössere Fortsätze unter einander anastomosiren, allein eine genauere Beobachtung lehrt, dass dieses wenigstens bei stärkeren Fortsätzen nie der Fall, und dass der Schein

solcher Anastomosen durch einfaches Uebereinanderliegen der Fortsätze verschiedener Zellen hervorgerufen wird.

Die angegebenen Zeitverhältnisse der Einwirkung des Farbstoffs auf die Färbung der Zellen gelten jedoch nur bei Präparaten, die drei bis vier Wochen in einer weingelben Lösung von doppelt chromsaurem Kali gelegen haben. Je länger die Hirntheile in der Chromlösung gelegen, um so längere Zeit braucht der Farbstoff, um seine färbende Wirksamkeit auf die Zellen auszuüben und an harten Präparaten, die Jahre lang in der Chromlösung gelegen, ist die Färbung der Zellenfortsätze wenigstens, geradezu unmöglich.

Die Körner sind in der Zellenschichte viel weniger zahlreich und liegen in Abständen von 0,006 bis 0,018''' von einander entfernt. Dieselben kommen jedoch in allen Parthien der Zellenschichte bis zu dem peripherischen Ende derselben vor, ja scheinen daselbst sogar etwas reichlicher zu sein, als mehr nach innen. Die Körner zeigen hier ganz dieselben histologischen Verhältnisse, wie in der Körnerschichte und in der weissen Substanz der Windungen und werden, wie dort alsbald durch den Farbstoff gefärbt. Das Einzige, wodurch sich vielleicht die Körner der Zellenschichte von jenen der Körnerschichte unterscheiden dürften, besteht darin, dass man hier ausschliesslich nur die grösseren Körnerformen von 0,004''' Durchmesser zu sehen Gelegenheit hat.

Die Nervenfasern der Zellenschichte gehören zu den feinsten dunkelrandigen Nervenröhren, die es überhaupt giebt; denn ihr Durchmesser geht kaum über 0,0005'''. Dieselben kommen in gerade nicht sehr grosser Anzahl aus der Körnerschichte und können nicht sehr weit nach aussen in der Zellenschichte verfolgt werden. Ich muss gestehen, dass ich diese Fasern überhaupt nur gesehen habe an Schnitten des frischen Gehirns und ich halte es geradezu für unmöglich dunkelrandige Fasern in der Zellenschichte an Präparaten nachzuweisen, welche einigermassen in Chromsäure oder in doppelt chromsaurem Kali erhärtet wurden.

Was schliesslich die Grundmasse betrifft, in welcher sowohl die Zellen als die Körner der Zellenschichte eingebettet sind, so zeigt sie dieselbe feinkörnige, zähe, halbweiche Beschaffenheit, wie der Inhalt der Nervenzellen. Auch stimmt sie mit demselben in chemischer Beziehung, soweit sich dieses durch microchemische Reactionen ermitteln lässt, völlig überein. Nur gegen den Farbstoff verhält sich dieselbe in anderer Weise, als der Inhalt der Nervenzellen; denn während dieser ziemlich rasch und

intensiv in der diluirten Farbstofflösung gefärbt wird, ist die feinkörnige Grundmasse nahezu gegen Farbstoff indifferent und erhält erst, nachdem das Präparat drei bis vier Tage in der Lösung gelegen, einen ganz matten, kaum merklichen rothen Ton. Uebrigens zeigen mit Farbstoff behandelte Durchschnitte der Zellenschichte, dass die relative Menge dieser Grundmasse gar nicht so bedeutend ist, als es an ungefärbten Präparaten den Anschein hat. Durch den Farbstoff kommen nämlich eine Menge Fortsätze zum Vorschein, welche im ungefärbten Zustande des Präparates von der Grundmasse nicht unterschieden werden konnten und daher als zur Grundmasse gehörig angesehen wurden. Die Stärke der Zellenschichte beträgt auf der Höhe der Windungen 0,2‴, in der Tiefe der Furchen dagegen etwas Weniges mehr, nämlich 0,25‴.

Wir haben in dem Bisherigen die verschiedenen Gebilde der Zellenschichte als einzelne betrachtet und es bleibt nun noch übrig, die Beziehungen derselben zu einander näher zu erörtern. Fassen wir in dieser Rücksicht zunächst die Zellen und Körner der Zellenschichte ins Auge.

Die neueren Untersuchungen über die Retina haben gelehrt, dass die Nervenzellen dieser Membran mit den Körnern durch die Fortsätze der Zellen in Verbindung stehen. Es liegen in dieser Beziehung unzweifelhafte Beobachtungen von H. Müller *), Kölliker **) und mir ***) vor. Was war also natürlicher, als dass ich auch in den Windungen des Kleinhirns ähnliche Verhältnisse vermuthete und dieses um so mehr, da die Körnerschichte derselben in ihrem Baue eine so bemerkenswerthe Analogie mit der gleich genannten Schichte der Retina zeigt. Ich richtete daher meine ganze Aufmerksamkeit auf diesen Punkt und fand in der Zellenschichte der Windungen des Kleinhirns den Zusammenhang zwischen Zellen und Körnern vermittelst der Fortsätze der ersteren sogar verhältnissmässig leichter nachzuweisen als selbst in der Retina.

Schon an feinen mit Farbstoff behandelten Durchschnitten der Kleinhirnwindungen erhält man oft Bilder, welche unwiderleglich den Zusammenhang zwischen Zellenfortsätzen und Körnern darzuthuen scheinen; allein ich muss gestehen, dass ich dieselben für nicht streng beweisend

---

*) Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie. Bd. VIII. Pag. 60. Taf. II. Fig. 20.

**) Mikroskop. Anatomie II. Band 2. Hälfte Pag. 702 Fig. 412.

***) Meine Gewebelehre 2. Auflage Pag. 498 Fig. 220.

halte, indem immer noch die Möglichkeit vorhanden ist, dass das Korn nicht in, sondern über oder unter dem Zellenfortsatz liegt, daher nicht in der Continuität des Zellenfortsatzes, sondern nur dem Fortsatz juxtaponirt erscheint. Ich fühlte daher wohl, dass diese Frage zur endlichen Entscheidung nur an Nervenzellen gebracht werden konnte, welche mit ihren Fortsätzen vollkommen isolirt waren. Mit Nadeln unter der Lupe Nervenzellen mit weit verzweigten Fortsätzen zu isoliren ist geradezu unmöglich. Alles, was man vermittelst dieser Präparationsweise erreicht, ist die Darstellung von Zellen mit einigen grösseren Fortsätzen. Die grossen Fortsätze stehen aber mit den Körnern entschieden nicht in Verbindung. Ich wandte nun die verschiedensten Lösungsmittel für die feinkörnige Grundmasse, in welcher bei der Präparation mit Nadeln die feineren Zellenfortsätze immer stecken bleiben, an, um auf diese Weise zur Isolirung der Zellen zu gelangen; allein weder Säuren noch Alkalien zeigten sich wirksam; auch wochenlanges Liegen der mit Farbstoff behandelten Durchschnitte von Chrompräparaten in Wasser oder in Glycerin brachten die gewünschte Lösung der feinkörnigen Grundmasse nicht zu Stande. Endlich gelangte ich dadurch zum Ziele, dass ich das frische Kleinhirn in eine ausserordentlich verdünnte Lösung von doppelt chromsaurem Kali brachte (etwa 1 Tropfen einer concentrirten Lösung auf die halbe Unze Wasser). Hat das Präparat in dieser Lösung einige Wochen gelegen, so ist dasselbe eher weicher, denn härter, als in dem frischen Zustande; auch der Farbstoff wirkt auf solche Präparate langsamer und weniger intensiv ein, als auf, gewöhnlichen Chrompräparaten entnommene Schnitte. Dagegen erlauben diese Präparate eine ausgedehnte Isolirung der Zellen und ihrer Fortsätze. Feine Schnitte sind bei der Weichheit der Theile nicht anzufertigen, aber auch nicht nöthig; man fasst nur mit der Pincette ein kleines Stückchen Windung und bringt dasselbe reichlich mit Wasser auf den Objectträger. Durch Nadeln lässt sich die Masse leicht zertheilen und man hat nun nach Bedeckung des Objectes mit einem möglichst feinen Deckgläschen die schönste Gelegenheit, Nervenzellen mit den ramificirtesten Fortsätzen isolirt und bisweilen selbst in schwimmender Bewegung zu sehen. Noch häufiger sind grössere von Nervenzellen abgerissene Fortsätze mit der reichlichsten Verzweigung. An solchen Objecten ist es nun gar nicht schwer die Ueberzeugung zu gewinnen, dass *die Körner mit den feineren Aestchen der Fortsätze in continuirlicher Verbindung stehen* (Taf. II. Fig. 15). Ich hatte

mehr als zwanzigmal die, jeden in dieser Beziehung etwa noch gehegten Zweifel, ausschliessendsten Bilder zu beobachten Gelegenheit, von denen ich einige Prosector Herz, sowie meinem damaligen Assistenten Dr. Lotzbeck zeigte, so dass über die Richtigkeit der Thatsache auch nicht der geringste Zweifel mehr herrschen kann.

Dieser Zusammenhang ist jedoch nicht allein auf die Ausläufer jener Fortsätze beschränkt, welche von den Zellen nach der Peripherie der Zellenschichte verlaufen, sondern findet sich auch an jenen feinen Fortsätzen, welche nach innen zu der Körnerschichte treten. Doch ist die Art und Weise des Zusammenhangs in beiden Fällen etwas verschieden. Bei den nach aussen tretenden Fortsätzen sind es gerade nicht die allerfeinsten, nicht mehr messbaren Ramificationen, an welchen man die Körner findet, sondern es sind meist kurze, 0,001''' breite Abzweigungen feinerer Fortsätze, welche zu den Körnern treten. Meistens scheinen diese Fortsätze geradezu mit den Körnern zu endigen, doch sah ich dieselben auch einigemal noch kurz über die Körner hinausgehen. Kölliker scheint diese kurzen Abzweigungen gesehen zu haben, jedoch ohne ihren Zusammenhang mit den Körnern zu ahnen; wenigstens glaube ich folgende Stelle seiner mikroskopischen Anatomie *) so deuten zu dürfen: „Wie die Fortsätze dieser Zellen enden, ob sie in Nervenfasern übergehen, oder nicht, vermag ich nicht zu sagen. Soviel ist sicher, dass sie alle schliesslich ungemein fein werden, dagegen kann ich nicht behaupten, dass sie wirklich enden, vorausgesetzt, dass man ganz kurze Zacken oder Spitzen, die im Verlaufe der grössten Aeste hie und da sich finden und ihnen das Aussehen eines Dornenstocks geben, ausnimmt.“ Dass Kölliker die Verbindung mit den Körnern nicht wahrgenommen, ist ohne Zweifel dem Umstande zuzuschreiben, dass sämmtliche Körner, auch die der Körnerschichte, eine ungemein grosse Neigung haben, gerade an der Communicationsstelle mit den zugehörigen Fasern abzubrechen, ein Vorgang den ich an schwimmenden Objecten direct unter dem Mikroskope mehrmals zu beobachten Gelegenheit hatte.

Auch jene feinen Fortsätze der Nervenzellen, welche zur Körnerschichte sich begeben, treten mit Körnern in Verbindung und zwar mit Körnern, die natürlich der Körnerschichte angehören (Taf. II. Fig. 14).

---

*) Bd. II. erste Hälfte Pag. 450.

Wie bereits erwähnt, verfeinern sich diese Fortsätze in ihrem weiteren Verlaufe und verbinden sich entweder als solche mit Körnern, oder sie theilen sich vorher dichotomisch und die auf diese Weise entstandenen sehr feinen Aestchen leiten die Verbindung ein; auch habe ich beobachtet, dass diese letzteren nach ihrem Durchtritt durch ein Korn sich wiederholt theilen, ohne, dass die dadurch entstandenen neuen Zweige, dünner als die sich theilende Faser, würden. Dieser Vorgang der Theilung wird sich, wenn man das massenhafte Vorhandensein der Körner in der Körnerschichte erwägt, wohl noch öfter nach dem Durchtritt durch Körner wiederholen.

Was das weitere Verhalten derjenigen dunkelrandigen Nervenfasern betrifft, welche aus der Körnerschichte zu der Zellenschichte sich begeben, so war es mir bis jetzt unmöglich, hierüber Genaueres zu ermitteln. Der Grund davon liegt wesentlich darin, dass an Chrompräparaten, welche, soweit die bisherige Erfahrung reicht, nur allein für derartige Untersuchungen geeignet sein dürften, dunkelrandige Nervenfasern in der Zellenschichte fast gar nicht zur Beobachtung kommen, wahrscheinlich wegen der eigenthümlich denudirenden Einwirkung, welche die Chromsäure und ihre Salze auf markhaltige Fasern ausübt. Berücksichtigt man aber den in der weissen Substanz der Windungen sowohl, wie in der Körnerschichte so leicht nachzuweisenden Zusammenhang dunkelrandiger Röhren, oder ihrer Axencylinder mit Körnern, so dürfte die Annahme per analogiam nicht zu gewagt erscheinen, dass auch die in der Zellenschichte vorhandenen dunkelrandigen Fasern mit den daselbst gelegenen Körnern in directer Verbindung stehen.

Schliesslich komme ich noch zur Untersuchung der Frage, ob die Fortsätze verschiedener Nervenzellen in der Zellenschichte unter einander zusammenhängen. Meine in dieser Beziehung angestellten Beobachtungen lehren nun, dass ein solcher Zusammenhang, wenigstens was die stärkeren Fortsätze betrifft, entschieden nicht existirt. An Durchschnitten der Kleinhirnwindungen, welche mit Farbstoff behandelt wurden, sieht man allerdings bisweilen Bilder, welche dafür zu sprechen scheinen, dass die feinsten Verzweigungen der Fortsätze unter einander anastomosiren; allein ich halte dieselben für nicht beweisend, indem bei dem ungemeinen nahen Aneinanderliegen dieser feinen Theile der Anschein von Anastomosen so leicht hervorgerufen wird. An Nervenzellen, welche mit

ihren Fortsätzen auf die früher angegebene Weise isolirt worden waren, habe ich derartige Anastomosen nicht beobachtet, so dass die Frage nach der Existenz derselben vor der Hand noch als eine offene betrachtet werden muss.

Fassen wir nun die Ergebnisse der bisherigen Untersuchung kurz zusammen, so werden wir folgende Gesammtanschauung über das Verhalten der Nervenfasern zu Körnern und Zellen der Kleinhirnwindungen gewinnen. (Vergl. Taf. I. Fig. 3).

Von dem weissen Marklager des kleinen Gehirns treten die Nervenröhren pinselförmig ausstrahlend zu den Windungen. Dieselben unterliegen hier vielfachen Theilungen und werden bereits in ihrem Verlaufe durch die weisse Substanz der Windungen von einzelnen Körnern unterbrochen. In noch viel ausgedehnterem Masse ist letzteres der Fall in der Körnerschichte der grauen Substanz, in der gleichfalls Theilungen vorkommen und in der überhaupt die Fasern ausserordentlich fein werden. An der Gränze zwischen Körner und Zellenschichte der grauen Substanz verbinden sich die mehrfach durch Körner getretenen Fasern entweder direct mit jenen feinen Fortsätzen der Nervenzellen, welche unmittelbar von dem Zellenkörper nach der Körnerschichte sich begeben, oder die Fasern treten in die Zellenschichte über und hängen höchst wahrscheinlich vermittelst der in der Zellenschichte vorhandenen Körner mit jenen Fortsätzen der Nervenzellen zusammen, welche, sich reichlich theilend, nach aussen zur Peripherie der Windungen verlaufen. Da augenscheinlich die Anzahl der Nervenzellen viel geringer ist, als jene der Fasern, so wird wohl eine Zelle mit mehreren durch Ausläufer in continuirlicher Verbindung stehen. Soviel ergiebt sich aus meiner Untersuchung jedenfalls mit Sicherheit, dass der Ursprung, oder wenn man will, das centrale Ende jener Nervenröhren, welche aus dem kleinen Gehirn treten, wenn man dabei von der grauen Substanz, welche sich in dem Nucleus dentatus und an der Decke des vierten Ventrikels findet, absieht, in den Nervenzellen der grauen Substanz der Kleinhirnwindungen gesucht werden muss.

Die scharfe Trennung der grauen Substanz der Windungen des Kleinhirns in zwei histologisch sehr differente Schichten führten mich zu einer genaueren Untersuchung der feineren Gefässverhältnisse der

Kleinhirnwindungen, deren ausführliche Resultate bereits in der Inauguralabhandlung von Oegg*) mitgetheilt wurden.

Der Vollständigkeit wegen und vorzüglich desshalb, weil Dissertationen in der Regel keine sehr grosse Verbreitung finden, reihe ich das Wesentliche derselben hier an. Man glaubte früher allgemein, dass die Anordnung der Capillaren des Gehirns nur eine verschiedene in der weissen und grauen Substanz sei. Nun zeigen aber meine Injectionspräparate, dass wenigstens, was die Windungen des Kleinhirns betrifft, noch weitere Verschiedenheiten des Capillarnetzes in der grauen Substanz vorkommen. Dieselben schliessen sich ziemlich genau an die Structurverhältnisse der Windungen des Kleinhirns an. Wie nämlich der Durchschnitt einer Kleinhirnwindung drei Lagen, die weisse oder Faserlage, die Körner- und die Zellenschichte mit Leichtigkeit erkennen lässt, so zeigt dem entsprechend der Durchschnitt einer gut injicirten und getrockneten Kleinhirnwindung drei durch Ausdehnung und Gestalt der Maschen verschiedene Capillarnetze.

Das innerste (Taf. II. Fig. 17 A) entspricht genau der weissen Faserlage, ist das am wenigsten dichte und besteht aus länglichen meist mehr oder weniger spitz zulaufenden Maschen, deren Längendimension der Fasserrichtung der weissen Substanz parallel geht.

Die Körnerschichte besitzt das dichteste Capillarnetz (Taf. II. Fig. 17 B), welches sich sehr scharf von dem Capillarnetz der weissen Substanz und etwas minder scharf von jenem der Zellenschichte abgränzt. Die Maschen dieses Netzes sind bald mehr rundlich, bald mehr polygonal. Dasselbe entspricht rücksichtlich seiner Ausdehnung jedoch nicht ganz genau der Körnerschichte, sondern umfasst auch noch die Zellenkörper der Zellenschichte und übertrifft desshalb die Körnerschichte etwas an Breite.

Das Capillarnetz der Zellenschichte (Taf. II. Fig. 17 C) ist minder dicht als jenes der Körnerschichte, aber um vieles dichter als jenes der weissen Substanz. Die Maschen sind hier wieder mehr länglich und zwar fällt der Längsdurchmesser der Maschen von aussen nach innen. Auffallender Weise erstreckt sich dieses Netz nicht bis an den äussersten Rand der

*) Untersuchungen über die Anordnung und Vertheilung der Gefässe der Windungen des kleinen Gehirns. Aschaffenburg 1857.

Windungen, sondern es bleibt hier eine Strecke von 0,02 bis 0,03''' Ausdehnung ganz von Capillaren frei. Die Gefässe dieser Randstrecke sind nur die Arterien und Venen, welche dieselbe durchsetzen, um in das Capillarnetz einzutreten.

Die Arterien, welche zu den Windungen des kleinen Gehirns gehen, stammen aus der Gefässhaut, sind sehr zahlreich, aber ungemein fein und lösen sich schon in der Zellenschichte in das Capillarnetz auf. Die Venen dagegen sind weniger zahlreich, als die Arterien, aber um Vieles stärker, entstehen schon in der weissen Substanz und gehen durch Zellen- und Körnerschichte, wo sie sich durch Aufnahme neuer Capillaren bedeutend verstärken.

Von der Sylvi'schen Wasserleitung und ihrer Auskleidung.

Einer jener Theile des Gehirns, welcher im Vergleich mit den übrigen Hirngebilden bisher etwas stiefmütterlich behandelt wurde, ist die Sylvi'sche Wasserleitung. Mir schien gerade dieser Aquäduct bei der verhältnissmässigen Leichtigkeit, mit welcher man von demselben sehr feine Querschnitte durch das Rasirmesser gewinnen kann, besonders geeignet für die Entscheidung gewisser Fragen, welche sich noch immer an die Auskleidung der Hirnhöhlen knüpfen.

Die meisten Anatomen beschränken sich bei der Beschreibung des Aquäductus Sylvii auf die Angabe seiner Richtung, der Verbindung, welche er vermittelt, und der ihn begränzenden Theile. Nur wenig Angaben findet man dagegen über seine Länge und die Gestalt seines Querschnitts. Krause*) beschreibt denselben als einen rundlich dreiseitigen Canal, der in der Mitte etwas weiter sei und an dessen oberer Wand sich meistens ein länglicher, schmaler, nach hinten zugespitzter Vorsprung,

---

*) Handbuch der menschlichen Anatomie Bd. I. zweite Auflage. Pag. 992.

Carina genannt, zeige. Arnold*) erwähnt nur neben der Richtung und der Angabe der Begränzung, dass der Sylvi'sche Canal in der Mitte sich etwas erweitere. Luschka**), der neuste Autor über Hirnanatomie, bemerkt, dass der Aquäductus Sylvii bei dem Erwachsenen durchschnittlich $1^1/_2$ Centimeter lang und für eine liniendicke Sonde ohne gewaltsame Dehnung nöch durchgängig sei. Die Lichtung desselben sei im Wesentlichen dreiseitig mit nach abwärts gekehrter Spitze und nach aufwärts gekehrter Basis. Der Winkel, den er mit der Horizontalebene bilde, betrage 40 Grade.

Die einzigen Angaben und vergrösserten Abbildungen der Gestaltverhältnisse der Sylvi'schen Wasserleitung finden sich in Stilling's Untersuchungen über den Bau und die Verrichtungen des Gehirns***), einem Werke, welches sowohl durch die kolossale damit verbundene Arbeit, wie durch die Wichtigkeit der Resultate mit zu dem Bedeutendsten gehört, was die anatomische Litteratur aufzuweisen hat. Allein bei der grossartigen Anlage dieser Untersuchungen konnten die verschiedenen Gestaltverhältnisse der Sylvi'schen Wasserleitung nur eine untergeordnete Berücksichtigung finden, obgleich die sechs auf der 6., 7., 8., 9., 10. und 11. Tafel gelieferten Durchschnitte, welche ganz mit meinen Präparaten übereinstimmen, darauf hindeuten, dass die Gestalt der Sylvi'schen Wasserleitung in verschiedenen Höhen eine sehr wechselnde sein müsse.

Die Gestalt der Sylvi'schen Wasserleitung kann man bei der geringen räumlichen Ausdehnung derselben genauer studiren, als die irgend eines anderen Theiles des Hirnhöhlensystems. Es dienen hierzu verticale Durchschnitte von Gehirnen, welche in doppelt chromsaurem Kali erhärtet wurden. Gehirne von Kinderleichen eignen sich hierzu besser, als solche von Erwachsenen, da dieselben in viel kürzerer Zeit und in einer minder concentrirten Lösung den nöthigen Grad von Härte erreichen, um gehörig feine Durchschnitte anfertigen zu können. Bleiben die Vierhügel nebst der Medulla oblongata und der Pons einer Kinderleiche fünf bis sechs Wochen in einer einprocentigen Lösung von Kali

*) Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd. II. Pag. 740.

**) Die Adergeflechte des menschlichen Gehirns. Pag. 35.

***) Jena 1846.

bichrom. liegen, so sind sie vollkommen brauchbar, während die genannten Hirntheile eines Erwachsenen fünf bis sechs Monate Zeit und eine stärkere Lösung erfordern, wobei Einschrumpfungen der Wandungen der Wasserleitung entstehen, welche kein genaues Bild der natürlichen Verhältnisse geben. Ich habe mich daher hauptsächlich auf die Untersuchung von kindlichen Gehirnen beschränkt und nur der Vergleichung der Grössenverhältnisse wegen auch bei Erwachsenen den Aquäduct untersucht. Von einem und demselben Präparat fertigte ich 120 Durchschnitte der Wasserleitung an, von ihrem Beginn in der dritten bis zu ihrem Uebergang in die vierte Hirnhöhle. Die Contouren jedes dritten bis vierten Durchschnittes zeichnete ich auf acht Zoll Entfernung mit Hülfe der Camera clara, bei zehnmaliger Vergrösserung, so dass die auf (Taf. III, IV. und V.) gegebenen Figuren auf eine absolute Genauigkeit Anspruch machen. Nachdem ich mich so über die Gestaltverhältnisse der Sylvi'schen Wasserleitung gehörig orientirt hatte, war es mir leicht, von jedem beliebigen Durchschnitt des Aquäducts eines Kindergehirns anzugeben, von welcher Abtheilung derselbe genommen sei, ob näher dem dritten oder vierten Ventrikel, ob in der Höhe des vorderen oder des hinteren Vierhügelpaares. Der Aquäduct zeigt nämlich während seines Verlaufes durchaus nicht die gleiche Gestalt seines Querschnitts, sondern ändert dieselbe beständig, so dass sowohl Krause Recht hat, wenn er denselben rundlich, wie Luschka, wenn er denselben dreiseitig nennt. Es kommt dabei eben Alles auf die Oertlichkeit an, von welcher der untersuchte Durchschnitt genommen ist. Diese Gestaltveränderungen des Aquäducts sind durchaus nichts Zufälliges, sondern sie finden sich in jeder Leiche, vielleicht mit kleinen Modificationen wieder.

Bei dem Uebergang des dritten Ventrikels in den Aquäduct, dessen Decke hier zunächst von der hinteren weissen Commissur gebildet wird, ist die Gestalt der Sylvi'schen Wasserleitung exquisit dreieckig und zwar sind die beiden Basalwinkel des Dreiecks nach oben, der dritte Winkel nach unten gerichtet. Diese dreieckige Gestalt (Taf. III. Fig. 1 bis 5) erhält sich so lange, als die Decke des Aquäducts von den queren Fasern der hinteren Commissur gebildet wird. Die Dimensionen des Dreiecks werden aber von vorn nach hinten beträchtlich kleiner. Entsprechend jener Stelle, an welcher das vordere Vierhügelpaar beginnt sich zu erheben, ändert der Aquäduct die Gestalt seines Querschnitts. Das frühere Dreieck geht in eine einfache Spalte über (Taf. III. Fig. 6),

welche sowohl oben, wie unten durch spitze Winkel begränzt ist (Taf. III. Fig. 7, 8).

Gegen die Mitte der vorderen Vierhügel theilt sich der obere Winkel wieder und zwischen den auf diese Weise entstandenen beiden oberen Winkeln entwickelt sich ein nach unten gerichteter Vorsprung, die Carina von Krause. Mit dieser Veränderung nimmt der Durchmesser des Canals von rechts nach links zu (Taf. III. Fig. 9, 10, 11, 12) und gewinnt demnach in der Mitte der vorderen Vierhügel (Taf. III. Fig. 13 und 14) die Gestalt eines Kartenherzens. Von hier an schwindet die Carina und damit die beiden oberen Winkel. Der Durchmesser von rechts nach links wächst dabei noch mehr, der Canal erscheint oben und seitlich abgerundet und besitzt nur noch einen unteren Winkel (Taf. III. Fig. 15, 16 und Taf. IV. Fig. 17). Gegen das Ende der vorderen Vierhügel nimmt der Durchmesser von rechts nach links wieder ab, wodurch die obere Hälfte des Canals aus der kreisförmigen in die ovale Gestalt übergeht. (Taf. IV. Fig. 18 und 19). Während der Durchmesser des Aquäducts von rechts nach links immer geringer wird, geht am Ende der vorderen Vierhügel auch die obere Rundung verloren (Taf. IV. Fig. 20, 21, 22) und der Canal stellt zwischen vorderen und hinteren Vierhügel wieder eine breite Spalte dar, welche oben und unten durch zwei spitze Winkel geschlossen wird (Taf. IV. Fig. 23). Unter den hinteren Vierhügeln wächst der Durchmesser von oben nach unten immer mehr, in Folge der beträchtlichen Ausziehung des unteren Winkels. Der obere Winkel, sowie der Durchmesser von rechts nach links, bleiben sich dagegen ziemlich gleich (Taf. IV. Fig. 24, 25, 26, 27). Gegen das Ende der hinteren Vierhügel nimmt der Durchmesser von oben nach unten wieder ab, während der Durchmesser von rechts nach links allmählig steigt und der obere Winkel sich abrundet (Taf. IV. Fig 28, 29). Noch etwas weiter nach hinten erscheint der Querschnitt des Canals, unter raschem Wachsen des Durchmessers von rechts nach links, als ein Dreieck, auf welchem ein Kreissegment aufsitzt (Taf. IV. Fig. 30 und Taf. V. Fig. 31, 32, 33). Während nun das Kreissegment sich mehr und mehr abflacht und der Durchmesser nach rechts und links in Folge des Ausziehens der Seitenwinkel bedeutend zunimmt (Taf. V. Fig. 34, 35, 36), stellt der Canal ein Dreieck mit zwei Seitenhörnern dar und geht, indem sich der untere Winkel mehr und mehr abstumpft, in den vierten Ventrikel über (Taf. V. Fig. 37 und 38).

Die Länge des Aquäducts beträgt bei dem Erwachsenen, wie ich mit Luschka finde, 1,5 Centimeter, bei Kindern ist derselbe nur unbeträchtlich kürzer, bei dem Neugebornen ist er 1,2 und bei einjährigen Kindern 1,3 Centimeter lang.

Die Wandungen der Sylvi'schen Wasserleitung sind nicht eben, sondern in hohem Grade sinuös buchtig (Taf. VI. Fig. 1). Zunächst glaubte ich, dass diese Sinuositäten allein die Folge der längeren Einwirkung der zum Härten angewandten Chrompräparate seien. Dieses ist auch bis zu einem gewissen Grade der Fall, indem die fester gewordenen Umgebungen des Aquäducts den letzteren etwas verengern und dadurch mit die Veranlassung zu den partiellen Hervortreibungen der Wandungen werden. Allein Andeutungen dieser Hervortreibungen und die dadurch bedingten Sinuositäten finden sich auch im vollkommen frischen Zustande, wie ich mich wiederholt an Durchschnitten frischer Gehirne überzeugte. Dieselben sind nicht so schwer anzufertigen, als man a priori glauben sollte, fallen aber natürlich immer beträchtlich dicker aus, als die an Chrompräparaten gefertigten.

Diejenigen Hirntheile, welche die unmittelbare Umgebung der Sylvi'schen Wasserleitung bilden, gehören der grauen Gehirnsubstanz an. Die weisse oder Röhrensubstanz tritt zwar an einigen Stellen dem Canal ziemlich nahe, ist aber niemals selbst Wandung, sondern wird nach der Wasserleitung hin, immer von grauer Substanz überdeckt. In der letzteren finden sich grössere und kleinere multipolare Nervenzellen, welche in der bekannten feinkörnigen Grundlage eingebettet sind. Diese feinkörnige Grundsubstanz (Taf. VI. Fig. 1. a) steht in nächster Beziehung mit der Auskleidung der Wasserleitung. In derselben verschwinden gegen den Canal hin die Nervenzellen und hören durchschnittlich in einer Entfernung von 0,1 von der freien Fläche des Canals ganz auf. Bei einem Neugebornen fand ich die nächste exquisite Nervenzelle 0,04''' von der Wasserleitung entfernt. Allerdings kommen noch weiter nach einwärts discret in der feinkörnigen Grundlage rundliche Körperchen von 0,003 bis 0,004''' Durchmesser vor, welche sich, wie die Nervenzellen nach Behandlung mit Farbstoff alsbald färben. Aus später zu entwickelnden Gründen ist es mir jedoch mit Bidder wahrscheinlich, dass diese Körperchen nicht als Nervenzellen zu betrachten, sondern in die Categorie der zelligen Elemente des Bindegewebes zu verweisen sind.

In einer Entfernung von 0,03''' von der freien Fläche des Aquäducts

ändert die feinkörnige Grundlage ihre Beschaffenheit. Die feine Granulirung weicht einer mehr grobkörnigen dunklen, schwer zu beschreibenden Structur, welche lebhaft an die Grundsubstanz des Netzknorpels erinnert (Taf. VI. Fig. 1 b). Wir wollen diese Modification der Grundsubstanz die grobkörnige nennen und bemerken, dass dieselbe sich durch ihre dunkle Färbung scharf von der feinkörnigen unterscheidet, mit welcher sie jedoch an der allerdings ziemlich scharfen Uebergangsstelle continuirlich in Zusammenhang steht. Zertheilt man unter der Lupe mittelst Nadeln diese grobkörnige Substanz möglichst fein, so findet man an den Rändern des Objectes eine ausserordentlich feine Faserung, deren Elemente durchscheinend, bald mehr grade, bald leicht wellenförmig verlaufen und sich ganz wie Bindegewebsfibrillen feinster Art ausnehmen (Taf. VI. Fig. 8. b). Dazwischen zerstreut, jedoch immer mehr gegen die feinkörnige Grundlage der grauen Gehirnsubstanz zu, sieht man rundliche, ovale oder auch eckige, meist deutlich kernhaltige Zellen, von 0,004''' Durchmesser, welche zahlreiche meist ausserordentlich feine Ausläufer besitzen (Taf. VI. Fig. 3). Auch von diesen Zellen glaube ich kaum, dass man dieselben für Nervenzellen nehmen darf, sondern bin geneigt, sie gleichfalls, als dem Bindegewebe angehörig, zu betrachten. Ganz constant, bei älteren Personen wenigstens, sind in der grobkörnigen Grundsubstanz Corpuscula amylacea, Taf. VI. Fig. 4. b, welche sich jedoch auch ziemlich weit in die feinkörnige Grundlage der grauen Gehirnmasse hinein erstrecken. Auch fand ich daselbst einmal in der Leiche eines zwei und siebenzig jährigen Mannes eine ovale Cyste von 0,010 Länge und 0,008''' Breite, deren Wände leicht fibrillirt, aber deutlich doppelt contourirt erschienen, während ihr Inhalt vollkommen mit jenem übereinstimmte, welchen die Bläschen der normalen Schilddrüse besitzen (Taf. VI. Fig. 5). Ohne Zweifel ist das Vorkommen solcher Cysten pathologisch.

Das engmaschige Gefässnetz der grauen Gehirnsubstanz erstreckt sich auch auf die grobkörnige Grundsubstanz, welche zunächst die Wandung der Sylvi'schen Wasserleitung bildet. Sowohl an injicirten Präparaten lässt sich dieses leicht nachweisen (Taf. VI. Fig. 10), wie an nicht injicirten; an letzteren findet man nach der Präparation der grobkörnigen Grundsubstanz mittelst Nadeln neben den eben erwähnten feinen Fäserchen immer auch Bruchstücke von Capillaren (Taf. VI. Fig. 4. c).

Auf der freien Fläche der grobkörnigen Grundsubstanz des Aquäducts sind Epithelialzellen dicht gedrängt ausgebreitet. Ueber die Natur

dieser Zellen ist seit der Angabe von Purkinje*), dass das die Hirnhöhlen auskleidende Epithelium zu den flimmernden gehöre, vielfach gestritten worden. Die meisten Beobachter nach Purkinje konnten, wenigstens bei dem Menschen, ein flimmerndes Epithelium in den Hirnhöhlen nicht finden. Zuletzt schien Luschka**) den Grund dieser widersprechenden Angaben aufgefunden zu haben, indem er darauf hinwiess, dass mit dem Alter die Verhältnisse des Epitheliums der Hirnhöhlen bedeutenden Modificationen unterliegen. Nach Luschka ist das Epithelium der Hirnhöhlen bei dem Fötus, bei dem Neugebornen und noch in den ersten Jahren des Lebens ein flimmerndes, dasselbe verschwindet aber normalmässig allmälig in dem Verlaufe der ersten Lebensjahre, indem es durch eine ganz andere Art von Zellen ersetzt wird. Nur ausnahmsweise soll sich auch bei dem Erwachsenen noch flimmerndes Epithelium finden, namentlich in der Rautengrube des vierten Ventrikels. Luschka erklärt diesen Wechsel der Beschaffenheit des Epitheliums mit dem Alter durch die Annahme, dass das Flimmerepithelium in dem Fötus die Bewegungen des Hirnhöhlenwassers, statt der später von der Lungenrespiration abhängigen Strömung zu vermitteln habe. Die von Luschka eingeführte Verschiedenheit des Hirnhöhlenepitheliums nach dem Alter erklärte die Verschiedenheit der Befunde verschiedener Beobachter ganz befriedigend und fand daher allgemeinen Anklang. Ich selbst zweifelte keinen Augenblick daran, muss aber leider bekennen, dass meine eigenen Beobachtungen, welche zunächst jedoch nur die Sylvi'sche Wasserleitung betreffen, damit nicht ganz übereinstimmen. Es kommen in dem Aquäduct allerdings Verschiedenheiten rücksichtlich des Epitheliums vor, welche mit dem Alter in Beziehung zu stehen scheinen; allein dieselben erstrecken sich nicht auf die flimmernde Beschaffenheit der Epithelialzellen, welche selbst bei ganz alten Leuten immer noch Cilien tragen.

Betrachten wir zunächst das Epithelium des Aquäductus Sylvii in dem kindlichen Alter. Ich habe dasselbe bei drei Kindern in dem Alter von zehn Tagen, sechzehn Monaten und zwei Jahren untersucht. Das Ergebniss dieser Untersuchung war in den drei Fällen vollkommen übereinstimmend; immer fand ich exquisites cylindrisches Flimmerepithelium.

---

*) Müller's Archiv, Jahrgang 1836. Pag. 291.

*) L. c. Pag. 90.

Ein Punkt, der mir bei diesem Epithel besonders auffiel und der in schneidendem Widerspruch mit der bisher ziemlich allgemeinen Annahme der leichten Zerstörbarkeit und des raschen Zerfallens des Hirnhöhlenepitheliums nach dem Tode steht, ist einerseits die Festigkeit, mit der das Epithelium an den Wandungen der Wasserleitung haftet, andrerseits die geringe Neigung der Flimmerhärchen, von den Zellen abzufallen. Meine sämmtlichen Präparate dieses Epithels stammen von Hirntheilen, welche vier bis sechs Wochen in einer Lösung von doppelt chromsaurem Kali gelegen. Aber auch nach Behandlung der Durchschnitte des Aquäducts mit Farbstofflösung, wodurch die Kerne der Epithelialzellen prägnant hervortreten und darauf folgendem mehrstündigen Liegenlassen in Essigsäure und absolutem Alkohol fallen weder die Zellen, noch die Flimmerhärchen ab; im Gegentheil sind dieselben noch vollkommen deutlich an Präparaten zu sehen, welchen durch den Alkohol sämmtliches Wasser entzogen wurde und die ich hierauf in Canadabalsam conservirte. Zellen mit deutlichen Flimmerorganen im getrockneten Zustand in der Weise aufzuheben, dass sie sich auf den ersten Blick von frischen Flimmerzellen nur äusserst wenig unterscheiden, hätte ich in der That früher kaum für möglich gehalten.

Rücksichtlich ihrer Gestalt weichen die einzelnen Zellen von den bekannten kegelförmigen Formen cylindrischer Flimmerzellen, wie sie sich auf der Schleimhaut der Trachea finden, nicht wesentlich ab, sind aber sämmtlich ziemlich schlank, indem ihr Längendurchmesser durchschnittlich 0,01''' bei einer Breite an der Basis von 0,0045''' beträgt. Der Inhalt der Zellen ist durchscheinend und durchaus nicht körnig, dagegen zeigen sie recht schön jenen eigenthümlichen Saum, der an den meisten konischen Flimmerzellen andrer Orte zwischen den Flimmerhärchen und der Basis der Zelle existirt. Der ovale Kern der Zellen 0,0035''' lang, 0,002''' breit und in der Mitte zwischen Spitze und Basis der Zelle gelegen, ist feinkörnig, zeigt aber selten deutliche Kernkörperchen. Länger als an anderen Orten sind hier die Flimmerhärchen, welche dicht gedrängt neben einander stehend, eine Grösse von 0,0045 erreichen (Taf. VI. Fig. 7 und 8).

Das Flimmerpithelium der Sylvi'schen Wasserleitung ist kein geschichtetes, sondern die Zellen sind nur in einfacher Lage vorhanden (Taf. VI. Fig. 2), wenn auch hie und da zwischen den spitzen unteren

Theilen der Zellen jüngere Formen gelegen sind, welche zwar die konische Gestalt, aber noch keine eigentlichen Flimmerorgane besitzen.

Von den cylindrischen Flimmerzellen ist es bekannt, dass dieselben nicht ganz selten an ihrem spitzen Ende beträchtliche Verlängerungen fadenförmiger Art besitzen. Dergleichen findet man z. B. gar nicht selten an flimmernden Cylinderzellen der Trachealschleimhaut. Diese fadenförmigen Verlängerungen sind an den cylindrischen Flimmerzellen des Aquäducts in hohem Grade entwickelt und gewinnen hier eine ganz eigenthümliche Bedeutung. In dem Aquäduct von Kindern, von welchem wir zunächst hier sprechen, kommen diese Verlängerungen unter zwei Formen vor, einmal als blasse haarfeine Fortsätze und dann als dunkelcontourirte breite Fasern. Beide Formen findet man häufig auf demselben Durchschnitt in der Art, dass an einzelnen Stellen Zellen mit breiten dunkelcontourirten Verlängerungen sich finden, an anderen Zellen mit blassen haarfeinen. Die ersteren sind im Ganzen seltener und nicht an jedem Durchschnitt vorhanden. Wir wollen zuerst von den feinen, blassen, zahlreicheren Verlängerungen der Flimmerzellen des Aquäducts sprechen (Taf. VI. Fig. 6). Dieselben sind kaum messbare blasse Fädchen, welche sich ganz so, wie feinste Bindegewebefibrillen mit gerade gestrecktem Verlauf ausnehmen. Sie sind nicht weiter, als in die den Flimmerzellen zunächst gelegene grobkörnige Grundsubstanz zu verfolgen, und man sieht sie hier bisweilen sich theilen und ramificiren; solche Theilungen finden sich öfter auch näher an der Zelle, ja selbst von der Zelle selbst sieht man in seltenen Fällen zwei solche Fädchen abgehen, von welchen das eine vertical verlaufend, sich in die grobkörnige Grundsubstanz einsenkt, während das andere in horizontaler Richtung sich zu einer benachbarten Zelle begiebt, und mit deren unterem dünneren Theile zusammenfliesst. Diese letzteren stellen also wirkliche Commissuren zwischen einzelnen Zellen dar, und wurden von Stilling *) auch in dem Rückenmarkscanale beobachtet. Sämmtliche Cylinderzellen, welche nicht in die breiten dunkelcontourirten Fasern übergehen, besitzen diese blassen haarfeinen Verlängerungen, welche freilich bei ihrer zarten Structur häufig abreissen und desshalb zu der Annahme Veranlassung geben, dass auch gewöhnliche Cylinderzellen ohne solche fadenförmige Verlängerungen in dem Aquäduct vorkommen.

*) Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarkes. Frankfurt 1856. Pag. 9.

Aeusserst schwierig ist die Untersuchung des Verhaltens dieser fadenförmigen Verlängerungen in der grobkörnigen Grundsubstanz, welche zunächst die Wandung des Aquäducts bildet. Auch die feinsten Schnitte reichen hier nicht aus, jedoch gewann ich an Farbestoffpräparaten, die mit Nadeln auf das Feinste zertheilt waren, die Ueberzeugung, dass ein continuirlicher Zusammenhang dieser fadenförmigen Verlängerungen mit den Ausläufern jener kleinen kernhaltigen Zellen statt findet, welche oben in der grobkörnigen Grundsubstanz beschrieben wurden (Taf. VI. Fig. 6).

Die breiten, dunkel contourirten Verlängerungen der flimmernden Cylinderzellen des Aquäducts sind an jedem einigermassen feinen Durchschnitt leicht kenntlich und verleihen den Stellen des Aquäducts, an welchen sie vorkommen, dadurch dass sie die grobkörnige Grundsubstanz quer durchsetzen, um sich erst in der darunter liegenden feinkörnigen Grundlage zu verlieren, ein eigenthümliches radiär gestreiftes Ansehen (Taf. VI. Fig. 2). Die Breite derselben beträgt 0,0005''' bis 0,001''', auch sind sie um mehr als das Doppelte länger, als die zuerst geschilderten fadenförmigen blassen Anhänge, da sie, wie erwähnt, durch die ganze grobkörnige Grundsubstanz bis tief in die feinkörnige sich erstrecken. Ihre verhältnissmässig breiten und dunkeln Contourlinien erinnern lebhaft an elastische Fasern oder auch an dunkelrandige Nervenfasern und zwar an die letzteren um so mehr, als Varicositäten ähnliche Erweiterungen bisweilen an denselben beobachtet werden. Solche Bilder mögen Stilling *) zu der Angabe veranlasst haben, dass man nicht selten die peripherischen Ausläufer der Epithelialzellen in breite, doppelt contourirte Nervenprimitivfasern sich inseriren, sich mit ihnen verbinden oder in deren Substanz übergehen sähe, deren weiteres Verhalten nach dem Eintritt in die Nervenfaser jedoch noch nicht ermittelt sei.

Die grösste Mühe und Aufmerksamkeit wandte ich auf die schwierige Untersuchung des endlichen Verhaltens dieser breiten dunkelcontourirten Verlängerungen der cylindrischen Zellen des Aquäducts in der feinkörnigen Grundlage, welche auf die grobkörnige folgt. Ich habe schon erwähnt, dass man in derselben längliche oder rundliche, fein granulirte Körperchen von 0,004''' Grösse findet, welche wie die übrigen Zellengebilde Farbestoff aufnehmen, jedoch häufig keinen deutlichen Kern

*) L. c. Pag. 11.

erkennen lassen. Zu diesen Körperchen stehen die breiten dunkelrandigen Verlängerungen in einem eigenthümlichen Verhältnisse. An denselben angekommen, erweitern sich nämlich die dunklen Contourlinien und umfassen ein solches Körperchen in der Art, dass die Contourlinien direct in die Wandungen der Körperchen übergehen (Taf. VI. Fig. 7 und 8). Ist das Körperchen kernlos, so macht das ganze den Eindruck der schon erwähnten Varicositäten, ist dagegen das Körperchen kernhaltig, so haben wir eine Verbindung zwischen einer grösseren Zelle, der Cylinderzelle und einer kleineren, dem Körperchen, vermittelt durch eine verhältnissmässig breite dunkel contourirte Faser. Jenseits der Körperchen geht die dunkel conturirte Faser entweder noch eine kurze Strecke fort, um sich zuletzt in äusserst feine Fäserchen zu zertheilen, oder das Körperchen bildet selbst das Ende der Faser und strahlt in diesem Falle an dem, dem Eintritt der Faser entgegengesetzten Ende, in zahlreiche feine sich wiederholt theilende Fortsätze aus, über deren weiteres Verhalten ich Nichts mehr Sicheres ermitteln konnte.

Wir haben jetzt noch das Verhalten der aus Zellen bestehenden Auskleidung der Sylvi'schen Wasserleitung bei älteren Personen in das Auge zu fassen. Ich untersuchte dieselbe bei einem Manne von ein und siebzig und bei einer Frau von fünf und sechzig Jahren (Taf. VI. Fig. 4 und 9). In beiden Fällen waren die Zellen zwar auch evident konisch, aber kürzer, durchschnittlich nur 0,006‴ lang. Auch der Kern der einzelnen Zellen ist meist nicht so deutlich, wie in dem jugendlichen Alter und differenzirt sich auch nach Behandlung mit Farbstoff und Essigsäure minder scharf von dem übrigen Theile der Zelle. Während der Inhalt der Flimmerzellen des kindlichen Aquäducts nahezu wasserhell ist, fand ich denselben hier auffallend körnig und einzelne Körner waren so gross, dass ich an denselben deutlich eine dunkle, etwas breite Contour und ein lichtes Centrum unterscheiden konnte. Die Flimmerhärchen an der Basis jeder Zelle waren übrigens nicht zu verkennen, so dass die die Sylvi'sche Wasserleitung auskleidenden Zellen auch bei alten Leuten als flimmernde bezeichnet werden müssen. Die Flimmerorgane sind aber viel kürzer, kaum ein Drittheil so lang als in dem kindlichen Alter und in der Art unregelmässig, dass neben zahlreichen kurzen Härchen einzelne längere vorkommen. Auch scheinen die Flimmerhärchen der Zellen des Aquäducts bei älteren Leuten nicht die Zähigkeit und Widerstandskraft gegen die Behandlung mit Farbstofflösung und absoluten Al-

kohol zu haben, welche denselben bei Kindern zukommt; wenigstens gelang es mir bis jetzt nicht, die Flimmerhärchen der Zellen nach der früher angegebenen Methode in getrocknetem Zustande aufzubewahren. Was die Verlängerungen betrifft, welche von dem unteren spitzen Theile der Zellen abgehen, so findet sich bei älteren Personen nur die eine Form vor, nämlich nur solche Verlängerungen, welche oben als blasse haarfeine bezeichnet wurden. Die andere Form, durch grössere Breite und dunkle Contouren ausgezeichnet, fehlt dagegen ganz und gar und mit derselben natürlich auch jene radiäre Streifung, welche stellenweise an Durchschnitten des kindlichen Aquäducts so deutlich hervortritt. Uebrigens verhalten sich diese blassen haarfeinen Verlängerungen bei älteren Personen ganz so wie in dem kindlichen Alter und auch hier gelang es mir den unmittelbaren Zusammenhang derselben mit den Fortsätzen der in den Wandungen des Aquäducts befindlichen zelligen Gebilde direct zu beobachten.

Von sämmtlichen über die Auskleidung des Aquäducts mitgetheilten Beobachtungen dürfte in physiologischer Beziehung keine wichtiger sein als der nachgewiessene Zusammenhang zwischen den die Wasserleitung unmittelbar auskleidenden flimmernden Zellen und den in der Wandung gelegenen Körperchen, welche gleichfalls in die Categorie der Zellen gehören. Aber von welcher Natur sind diese Zellen, gehören sie dem Nervensystem an, oder jener Bindesubstanz, deren Vorkommen in dem centralen Nervensystem kaum einem Zweifel mehr unterliegen dürfte? In dem ersteren Falle müssten natürlich auch die Flimmerzellen als Nervenzellen aufgefasst werden und wir hätten dann eine unseren Sinnen direct zugängliche Bewegungserscheinung in dem centralen Nervensystem, deren Bedeutung gewiss nicht gering anzuschlagen wäre; aber auch in dem zweiten Falle, wenn nämlich die Flimmerzellen nur mit Bindegewebszellen zusammenhingen, wäre dieser nachgewiessene Zusammenhang physiologisch nicht unwichtig. Bekanntlich mehren sich mit jedem Tage jene Stimmen, welche auch für den fertigen Organismus eine freie Zellenbildung nicht wollen gelten lassen, sondern die Bildung jeder Zelle von anderen Zellen abhängig machen. Für die freie Zellenbildung sprachen bisher noch am meisten die Epithelien, indem hier der Nachweis, dass die Bildung der Epithelialzellen von den Zellen des unterliegenden Gewebes ausgehe, noch Nichts weniger, als geliefert ist. Am interessantesten scheinen mir in dieser Beziehung die neuesten Mittheilungen von

Billroth *), rücksichtlich des Epitheliums der Froschzunge zu sein. Derselbe beschreibt an den Zellen dieses Epitheliums gleichfalls fadenförmige Anhänge, welche sich in die Fibrillen der Papillen fortsetzen und zieht daraus den Schluss, dass die Epithelien sich von dem Bindegewebe aus entwickeln. Wäre es nun möglich, mit Sicherheit die Zellen, mit welchen die Flimmerzellen des Aquäducts durch Commissuren in Verbindung stehen, als Bindegewebezellen zu deuten, so könnte über die Art der Entstehung gewisser Epithelialzellen kaum noch ein Zweifel bestehen. Dieselben würden sich nämlich von den Zellen des unterliegenden Bindegewebes aus entwickeln und zwar würde dieses auf dem Wege der Theilung geschehen, wobei die verbindende Faser die Bedeutung einer ausgezogenen Einschnürung hätte.

Die fadenförmigen Anhänge der die Hirnhöhlen auskleidenden Zellen waren übrigens schon Hannover **) bekannt. Derselbe beschreibt dieselben von dem Frosche und hält die auskleidenden Zellen aus dem Grunde, dass von denselben Fasern ausgehen, für wirkliche Nervenzellen. Stilling, der zuerst die Aufmerksamkeit auf die gleichen Gebilde in dem Rückenmarkscanal lenkte, spricht sich über die Natur derselben sehr unbestimmt aus. Pag. 11 seines neuesten Werkes über das Rückenmark sagt derselbe, dass er nicht nur die Fortsätze von Nervenzellen in Epithelialcylindern endigen gesehen, sondern dass er auch beobachtet, dass die peripherischen Ausläufer der Epithelialzellen in die Substanz breiter doppelt contourirter Nervenfasern übergehen. Nach diesen Mittheilungen sollte gewiss jeder Unbefangene glauben, Stilling sei der Ansicht, dass die in Rede stehenden flimmernden Cylinderzellen nervöser Natur seien. Um so überraschender ist Pag. 24 der Ausspruch von Stilling, dass er der Ansicht von Hannover, der, wie erwähnt, die flimmernden Cylinderzellen der Hirnhöhlen für Nervenzellen hält, aus dem Grunde nicht beistimmen könne, weil die Epithelialzellen in dem Centralcanal des Rückenmarks nicht wesentlich verschieden von denen in den Hirnhöhlen des Frosches seien, und wenn die letzteren als Nervenzellen anzusehen seien, auch die ersteren als solche betrachtet werden müssten. Darnach wäre also Stilling im Widerspruche mit Han-

*) Deutsche Klinik. Jahrg. 1857. Nr. 21.

**) Recherches microscopiques sur le système nerveux. Copenhague 1844. Pag. 20.

nover der Ansicht, dass die flimmernden Cylinderzellen der Höhlen des Cerebrospinalorgans nicht zu den Nervenzellen gehörten und doch sagt derselbe auf derselben Seite weiter unten, dass die jetzt bekannten Thatsachen noch nicht hinreichend seien, um mit absoluter Bestimmtheit diese Zellen als Nervenzellen zu bezeichnen, oder von den Geweben des Nervensystems auszuschliessen.

Sehr bestimmt spricht sich dagegen Bidder *) in dieser Angelegenheit aus. Nachdem derselbe die Thatsache constatirte, dass, namentlich bei Fischen und bei dem Frosch, die conischen Zellen, welche die Auskleidung des Rückenmarkscanals bilden, an ihrem verschmälerten Ende in Fasern übergehen, die in die graue Substanz eintreten und hier theils an andern Fasern sich anschliessen, theils in Bindegewebszellen übergehen, theils endlich in formlose Parthieen der grauen Masse verschmelzen, fährt er an einer anderen Stelle fort:

„Besonders bemerkenswerth ist aber der Umstand, dass die Ausläufer dieser Zellen mitunter auch mit jenen Fasern zusammenhängen, die von dem spitzen und gegen die graue Masse gerichteten Ende der Epithelialzellen des Rückenmarkscanals ausgehen. Wenn dieser Zusammenhang allein für sich schon hinreichend wäre, die Nervenzellennatur dieser Elemente zu widerlegen, so spricht gegen dieselbe ferner auch der Mangel der gelben Färbung, die im Chromsäurepräparate den unzweifelhaften Nervenzellen zukommt, sowie die fehlende Verbindung mit entschiedenen Nervenfasern. Es sind diese Zellen also mit einem Worte Bindegewebskörperchen, und die mit ihnen zusammenhängenden Fasern sind die als spirale, oder elastische Fasern bekannten Zumischungen zum Bindegewebe.“

Bei dem neuesten Autor **) über die Structur des Cerebrospinalorgans finde ich zwar keine genaueren Angaben über das Verhältniss der flimmernden Cylinderzellen zu der unterliegenden Substanz, dagegen spricht derselbe bei dem Rückenmark von einem, dem Epithelium des

*) Untersuchungen über die Textur des Rückenmarks von Bidder und Kupfer. Leipzig 1857. Pag. 441.

**) N. Jacubowitsch Mittheilungen über die feinere Structur des Gehirns und Rückenmarks. Breslau 1857.

Centralcanals dicht anliegenden Bindegewebslager, welches aus schmalen und feinen in verschiedenen Richtungen netzartig verflochtenen und sehr fein granulirten Maschen bestehe. Am reichlichsten trete dasselbe um den Aquäductus Sylvii auf und besässe eine netzartige Zeichnung, wie wenn elastische Fasern beigemengt wären. Dagegen läugnet Jacubowitsch das Vorkommen von Bindegewebskörperchen.

Wenn ich selbst in dieser Angelegenheit eine Meinung aussprechen soll, so muss ich zunächst allerdings Stilling Recht geben, wenn derselbe sagt, dass die bekannten Thatsachen noch nicht hinreichend seien, um mit absoluter Bestimmtheit die in den Wandungen des Aquäducts gelegenen kleinen mit Fortsätzen versehenen Zellen, welche in evidenter Weise mit den fadenförmigen Anhängen der flimmmernden Cylinderzellen continuirlich zusammenhängen, als Nervenzellen zu bezeichnen, oder von den Geweben des Nervensystems auszuschliessen.

Aber die grössere Wahrscheinlichkeit scheint mir doch der Ansicht zur Seite zu stehen, nach welcher die fraglichen Zellen, als Bindegewebezellen aufgefasst werden. Bidder und seine Schüler sind gewiss viel zu weit gegangen, wenn sie glaubten, scharfe Unterschiede schon morphologisch feststellen zu können zwischen Zellen, deren Thätigkeit die Leistungen des centralen Nervensystems vermittelt, und solchen, bei denen dieses nicht der Fall ist. Weder Grösse, noch Gestalt, noch Farbenverschiedenheiten nach Behandlung mit Chromsäure geben für diese Unterschiede sichere Anhaltspunkte, wie gewiss derjenige zugeben wird, der die Zellengebilde des Gehirns zum Gegenstand einer näheren Untersuchung gemacht hat. Bindegewebe hat ohne Zweifel einen reichlichen Antheil an der Zusammensetzung der centralen Theile des Nervensystems und es ist unstreitig ein grosses Verdienst von Bidder, diese Thatsache mit in den Vordergrund gestellt zu haben; allein damit ist noch nicht gesagt, dass auch Bindegewebskörperchen, in der Masse, wie es Bidder will, in den Centralorganen angehäuft seien. Es ist mehr als wahrscheinlich, dass die zelligen Elemente der Bindesubstanz hauptsächlich mit der Ernährung des Gewebes in Beziehung stehen. Nun liegt es aber nicht ausser den Gränzen der Möglichkeit, dass diese Ernährungsvorgänge für das Bindegewebe als Intercellularsubstanz, auch durch Zellen vermittelt werden, welche neben dieser Leistung, die mehr oder weniger allen Zellengebilden eigenthümlich ist, auch noch eine höhere physiologische Dignität, welche nur gewissen Elementartheilen des centralen

Nervensystems zukommt, besitzen. Diese Anschauungsweise gewinnt eine um so grössere Berechtigung, wenn man erwägt, dass es noch nichts weniger als sicher festgestellt ist, dass die Bindesubstanz des Gehirns und Rückenmarks in dem strengen Wortsinn wirklich als Bindegewebe, wie es unter gewöhnlichen Verhältnissen vorkommt, zu betrachten ist. Die chemische Grundlage des Bindegewebes ist bekanntlich der Leim. Nun konnte W. Müller, dem wir eine vortreffliche Abhandlung über die chemische Constitution des Gehirns *) verdanken, in einem menschlichen Rückenmark, welches ich demselben übergab, nachdem ich dasselbe auf das Sorgfältigste von seinen Umhüllungen befreit hatte, auch nicht die geringste Spur von Leim auffinden.

Wenn ich demnach auch durchaus kein unbedingter Anhänger der Bidder'schen Lehre über den Bau des Cerebrospinalorgans bin, so glaube ich doch, dass Bidder darin Recht hat, dass derselbe die in den Wandungen des Rückenmarkscanals und also auch des Aquäducts gelegenen kleinen zelligen Gebilde als Bindegewebskörperchen auffasst. Die Gründe, welche mich hiezu bestimmen, sind einmal die exquisiten Bindegewebefibrillen, welche sich daselbst finden (Taf. VI. Fig. 7 und 8) und aus deren Gegenwart man immer mit einem gewissen Rechte auch auf das Vorkommen von Bindegewebskörperchen schliessen kann. Ferner scheinen dafür zu sprechen die Verdickungen des Ependyma in pathologischen Fällen, von welchen Rokitansky **) ausdrücklich bemerkt, dass dabei das Ependyma die Textur des faserigen Bindegewebes annehme. Da mir ausserdem bei den zahllos feinen Schnitten des Aquäducts, welche ich anfertigte, niemals ein Präparat unter die Augen kam, welches an eine Verbindung der Fortsätze dieser Zellen mit dunkelrandigen Nervenröhren, oder mit den Fortsätzen evidenter Nervenzellen auch nur erinnert hätte, so glaube ich, nicht zu irren, wenn ich der Ansicht, dass die Flimmerzellen des Aquäducts durch ihre Anhänge mit Bindegewebskörperchen zusammenhängen ***), das Uebergewicht über

---

*) Ueber die chemischen Bestandtheile des Gehirns. Erlangen 1857.

**) Handbuch der patholog. Anatomie 2. Auflage 2. Band Pag. 423.

***) Während des Druckes dieser Abhandlung erhielt ich noch die vorläufige Mittheilung von R. Heidenhain in der Allgem. med. Central-Zeitung vom 17. Februar 1858, in welcher ähnliche Anschauungen auch für die cylindrischen Epithelial-

jene einräume, nach welcher sie, weil mit Nervenzellen anastomosirend, selbst als Nervenzellen zu betrachten sind.

---

zellen des Darmes angebahnt werden. Nach Heidenhain besitzen diese Zellen gleichfalls feine hohle Anhänge, welche mit den Bindegewebskörperchen der Darmzotten zusammenhängen und vermittelst deren Fett- oder Pigmentmoleküle aus den Zellen in die Substanz der Zotten gelangen sollen.

Von dem Baue und der physiologischen Bedeutung der Tastkörperchen.

Obgleich es durchaus keine angenehme Sache ist, eine ausgesprochene Ansicht zurückzunehmen, und damit das Resultat eigener Untersuchungen als irrthümlich zu bezeichnen, so ist dazu wohl jeder Forscher, dem es Ernst mit der Wissenschaft ist, verpflichtet, sobald er die Ueberzeugung seines Irrthums gewinnt. In dieser fatalen Lage befinde ich mich rücksichtlich der Tastkörperchen. Im Jahre 1852 veröffentlichte ich über diese kurz vorher entdeckten Gebilde eine Arbeit *), in der ich die zahlreichen Querlinien derselben als feine Nervenfasern deutete, was mich zu dem Schlusse führte, die Tastkörperchen als eine eigenthümliche Art spiralig aufgerollter Nervenplexus, an deren Bau sich bis zu einem gewissen Grade auch die centrale Substanz der Papille in Form eines Axengebildes betheilige, anzusehen. Auch Meissner **), der Entdecker der Tastkörperchen, nahm die erwähnten Querlinien für Nervenfasern, brachte sie aber mit einer freien Endigungsweise der zu den

*) Münchener illustrirte medicinische Zeitung Bd. II. Pag. 87.

**) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Haut. Pag. 13.

Tastkörperchen tretenden Nerven in Verbindung, während sich meiner Auffassungsweise nach, die in Spiralform dicht gedrängt aufgerollten Nervenfäden, gegen die Spitze des Körperchens schlingenförmig verbanden. Kölliker*), welchem sich Nuhn**) und Ecker***) anschlossen, behaupteten dagegen, dass die grosse Mehrzahl der Querlinien der Tastkörperchen von quer gelagerten Kernen herrühre und dass die Nervenfasern, wenn überhaupt, nur einzelne wenige Spiraltouren um die Tastkörperchen beschrieben. Die Entscheidung über die Richtigkeit beider sich entgegenstehenden Ansichten war gewiss nicht leicht und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, weil die fraglichen Querlinien dunkel kontourirt und oft so lang sind, dass sie der ganzen Breite kleinerer Tastkörperchen entsprechen. In der That waren es auch hauptsächlich die kleineren Tastkörperchen, welche mich bestimmten, die Querstreifen sämmtlich für Nervenfasern anzusprechen.

Nachdem ich die Wirkung des Farbstoffes auf verschiedene Elementartheile kennen gelernt hatte, glaubte ich in demselben ein Mittel gefunden zu haben, um die in Frage stehenden strittigen Punkte zur Entscheidung bringen zu können. Der Farbstoff übt ja, wie bereits in einer früheren Abhandlung erwähnt wurde, auf dunkelrandige Nervenfasern fast gar keine färbende Wirkung aus, während die Kerngebilde nach kurzer Berührung mit demselben einer intensiven Färbung unterliegen.

Lässt man nun verticale Durchschnitte der Volarfläche der Fingerhaut einige Stunden in einer verdünnten Farbstofflösung liegen und behandelt dieselben hierauf mit concentrirter Essigsäure, so erscheinen die meisten Querlinien der Tastkörperchen intensiv gefärbt (Taf. III. Fig. 1, 3 und 4). Es kann daher kaum mehr ein Zweifel darüber bestehen, dass die fraglichen Querstreifen in ihrer grossen Mehrzahl als Kerngebilde aufgefasst werden müssen. Neben den gefärbten Querlinien bleiben dagegen einzelne gleichfalls quer oder schief verlaufende Fasern ungefärbt, welche durch dunkle Ränder ausgezeichnet, Nichts anderes sein können als das Tastkörperchen spiral umwindende Nervenröhren. Diese Spiral-

*) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. IV. Pag. 43.

**) Münchener illustrirte medicinische Zeitung Bd. II. Pag. 80.

***) Icones physiolog. 2te Auflage. Taf. XVII. Fig. 8.

touren liegen in verschiedenen Entfernungen von einander, jedoch zählte ich selbst bei den längsten Tastkörperchen selten mehr als vier Windungen der Nervenprimitivfasern. Die Breite der letzteren beträgt 0,001 bis 0,002'''. Theilungen einer Faser unmittelbar an dem Tastkörperchen selbst hatte ich mehrmals zu sehen Gelegenheit. Bekanntlich treten zu den Tastkörperchen meist zwei, selbst drei Nervenröhren, welche entweder von verschiedenen Seiten kommen, oder häufiger von einer Scheide umschlossen an einem Punkte an das Tastkörperchen gelangen und dort erst, um die spiralen Windungen zu vollführen, auseinandergehen. In keinem Falle vermisste ich die zarte aus Bindegewebe bestehende Scheide der zu Tastkörperchen tretenden Nervenfasern durch längsovale Kerne ausgezeichnet, welche nach Behandlung mit Farbstoff prägnant hervortreten (Taf. VII. Fig. 1, 3 und 4).

Lässt man mit Farbstoff behandelte Durchschnitte der Volarfläche der Fingerhaut trocknen, was am besten durch Entziehung des Wassers mittelst mehrstündigem Liegen in absolutem Alkohol und darauf folgender Behandlung mit Terpentinöl geschieht, so verschwinden die Tastkörperchen nicht, sondern bleiben vollkommen kenntlich durch die intensiv roth gefärbten querovalen Kerne, die ziemlich dicht gedrängt über einander liegen und in ihrer Totalität die Gestalt des Tastkörperchens wiedergeben. Nervenfasern auf den Tastkörperchen sieht man allerdings an solchen Präparaten keine mehr, dagegen erscheint der Verlauf der zu den Tastkörperchen tretenden Nervenröhren durch die in regelmässigen Abständen sich schräg gegenüberstehenden längsovalen Kerne der Scheide angedeutet. An den Tastkörperchen selbst bemerkt man jetzt auch neben der grossen Masse der querovalen Kerne einzelne längsovale (Taf. VII. Fig. 1), welche übrigens schon Ecker gesehen zu haben scheint, wie aus Fig. 8 der 17ten Tafel der neuen Icon. physiol. hervorgeht.

Besondere Mühe habe ich mir gegeben, um eine sichere Einsicht in das terminale Verhalten der zu den Tastkörperchen tretenden Nervenfasern zu gewinnen. Farbstoffpräparate erleichtern eine derartige Untersuchung wesentlich dadurch, dass sie in Folge der Färbung der Kerne allen Verwechslungen vorbeugen, welche durch die Kerne hier in so reichem Maasse gegeben sind. An verticalen Durchschnitten sieht man nie wirkliche Enden der Nervenfasern, sondern die letzteren entziehen sich, nachdem sie eine, oder mehrere Spiraltouren um das Tastkörperchen gemacht, dem Blicke an dem Rande der Körperchen in der

Art, dass jedes Urtheil über ihre Endigungsweise unsicher wird. Kölliker behauptet zwar, dass er die Nervenröhren an der äusseren Seite der Tastkörper schlingenförmig endend gesehen habe; allein mit Ausnahme von Nuhn hat Niemand die Angabe von Kölliker bestätigt und doch haben ausgezeichnete mikroskopische Beobachter, wie Wagner*), Ecker und Leydig**) die Tastkörperchen zum Gegenstand eines genaueren Studiums gemacht. Auch ich hatte in der letzten Zeit eine sehr grosse Zahl von Tastkörperchen, welche mit den verschiedensten Reagentien behandelt worden waren, unter den Augen, ohne ein Bild unwiderlegbarer Nervenschlingen an denselben erhalten zu haben. Das, was man für Nervenschlingen halten könnte, sind eben Nervenfasern, welche an der äusseren Seite der Tastkörperchen statt quer, mehr schräg verlaufen, um spirale Windungen zu machen.

Ich war schon nahe daran zu glauben, dass die Angaben Kölliker's, über welche er selbst in seinen neuesten Mittheilungen***) sich etwas zurückhaltender äussert, auf derartigen Verwechslungen beruhen, als ich ganz vor Kurzem allerdings nur einmal ein Tastkörperchen an einem mit diluirtem Natron behandelten verticalen Schnitt beobachtete, in welchem sich zwei von verschiedenen Seiten zutretende Nervenfasern schlingenförmig verbanden (Taf. VII. Fig. 2). An diesem Objecte, welches einem amputirten Finger entnommen war, den ich sogleich nach der Operation zu untersuchen Gelegenheit hatte, lagen beide Nervenfasern an ihrer Berührungsstelle mit dem Tastkörperchen in einer Ebene, so dass man dieselben bei derselben Einstellung des Mikroskops gleich deutlich sehen konnte; von einer schlingenförmigen Verbindung beider sah man aber bei dieser Einstellung Nichts. Erst wenn man das Instrument etwas tiefer schraubte, trat die Nervenschlinge in der Substanz des Tastkörperchens so klar zu Tage, dass ich keinen Augenblick mehr daran zweifelte, dass die Beobachtungen von Kölliker auf einer thatsächlichen Unterlage beruhen. Nur darin glaube ich von Kölliker abweichen zu müssen, dass ich die Schlinge nicht an die Oberfläche des

---

*) Müller's Archiv Jahrg. 1852. Pag. 497.

**) Müller's Archiv Jahrg. 1856. Pag. 152.

***) Handbuch der Gewebelehre, 2te Auflage, Pag. 109, und Zeitschrift für wissenschaftl. Zoologie Bd. VIII. Pag. 311.

Tastkörperchens, sondern in das Innere desselben verlege. Ich habe weder Mühe noch Zeit gescheut, die erwähnte Beobachtung zu wiederholen; allein bis jetzt glückte mir dieses leider nicht, und hätte ich das betreffende Präparat nicht auf das Sorgfältigste eine halbe Stunde lang nach allen Richtungen geprüft, so würde ich heute noch glauben, dass eine hier so leicht mögliche Täuschung mituntergelaufen sei, allein ich kann versichern, dass ich, gegen die Schlingenendigung, die ich früher nie gesehen, von vorneherein eingenommen, jede Vorsichtsmassregel anwandte, um mich vor Verwechslungen sicher zu stellen. Ich muss daher die Möglichkeit einer schlingenförmigen Endigung der Nervenfasern in den Tastkörperchen zugeben und die Richtigkeit der in dieser Beziehung von Kölliker gemachten Angaben aufrecht erhalten.

Neben dem verticalen Schnitt benützte ich in ausgedehntem Masse den horizontalen, um die Verhältnisse der Nerven zu den Tastkörperchen und die Structur der letzteren zu erforschen. Die Schwierigkeiten, brauchbar feine horizontale Schnitte der Haut anzufertigen, sind viel grösser, als dieses bei verticalen Schnitten der Fall ist. Am leichtesten fand ich folgende Methode, um Durchschnitte von Papillen zu gewinnen. Ein der Volarfläche der Finger entnommenes Hautstückchen, wird für einen Augenblick in nahezu siedendes Wasser gebracht, hierauf die Epidermis abgezogen und die noch zurückbleibenden Zellen des Rete Malpighii durch ein mit Wasser befeuchtetes zartes Bürstchen entfernt. Das Hautstückchen lässt man alsdann einige Tage in einer weingelben Auflösung von doppelt chromsaurem Kali liegen, wodurch dasselbe den gehörigen Grad von Härte erhält. Fährt man nun mit einem möglichst scharfen Rasirmesser wiederholt über dessen Oberfläche, ohne, ganz wie bei dem Rasiren, in die Haut selbst Einschnitte zu machen, so erhält man eine an der Klinge des Messers sich ansammelnde weiche Masse, welche mit Wasser verdünnt und unter das Mikroskop gebracht, die zierlichsten Durchschnitte der Papillen und Tastkörperchen erkennen lässt. Zur Aufhellung derselben dient am besten concentrirte Essigsäure.

Uebrigens ist die Gefahr einer Verwechslung beim horizontalen Schnitt viel grösser als bei dem verticalen; denn während bei dem letzteren einem geübten Mikroskopiker es geradezu unmöglich ist, Gefässe der Papillen für Nervenfasern zu halten, ereignet sich dieses sehr leicht bei der Untersuchung horizontaler Schnitte; ich habe mich gegen diese Verwechslung dadurch zu schützen gesucht, dass ich hauptsächlich nur

injicirte Präparate untersuchte. Auch Querschnitte der Ausführungsgänge von Schweissdrüsen können bei oberflächlicher Beobachtung für Tastkörperchen genommen werden. Der Querschnitt einer Papille, welche ein Tastkörperchen enthält, zeigt nun folgende drei Abtheilungen:

1) Die äusserste Zone (Taf. VII. Fig. 5 und 6 a) bilden meistentheils die nicht vollständig entfernten tiefsten Zellen des Rete Malpighii, welche mit exquisiten Kernen versehen und meist etwas länger als breit, den äusseren Rand der Papille umgeben.

2) Die mittlere Zone (Taf. VII. Fig. 5 und 6 b) stellt die Papille selbst dar, welche gegen die äussere Zellenschichte fein gezähnelt abgegränzt ist, und aus einer homogenen Substanz besteht, in welche kleine sich verästelnde und unter einander communicirende Zellen sparsam eingestreut sind.

3) Die innere Zone (Taf. VII. Fig. 5 und 6 c) entspricht dem Durchschnitt des Tastkörperchens. Dieselbe zerfällt in zwei Abtheilungen, in eine äussere, durch die Gegenwart der querovalen Kerne charakterisirt, welche namentlich bei voluminösen Tastkörperchen in mehreren Lagen auf einander liegen, und in eine innere, welche von der äusseren nicht scharf abgegränzt erscheint und aus einer äusserst feinkörnigen Substanz besteht. Was die Durchschnitte der dunkelrandigen Nerven betrifft, so zeigen dieselben rücksichtlich ihrer Lagerung ein doppeltes Verhalten. Einmal sieht man Nervendurchschnitte an der Gränze der mittleren und inneren Zone (Taf. VII. Fig. 5 d) und dann auch in der inneren Abtheilung der inneren Zone (Taf. VII. Fig. 6 d), wo ich Durchschnitte von einem und auch von zwei Nerven beobachtete. Horizontale Durchschnitte lehren also, dass Nerven sowohl an der Oberfläche wie in dem Inneren der Tastkörperchen vorkommen. Dieser doppelte Befund kann meiner Ansicht nach nur dadurch erklärt werden, dass horizontale Durchschnitte, je nachdem dieselben das Tastkörperchen weiter unten, oder weiter oben treffen, verschiedene Resultate rücksichtlich der Lagerung der Nervenfasern liefern. In dem ersteren Falle ist es die zutretende Nervenfaser, die an der Oberfläche des Tastkörperchens liegt, in dem letzteren Falle dagegen ist es die bereits in das Tastkörperchen eingetretene Faser, welche sich auf dem Querschnitt präsentirt. Jedenfalls beweisen aber horizontale Durchschnitte zur Evidenz, dass die Nervenfasern nicht an der Oberfläche des Tastkörperchens, wie Kölliker will, endigen, sondern dass dieselben in die Substanz der Tastkörperchen eindringen. Auf

welche Weise jedoch die Nervenröhren in den Tastkörperchen endigen, ist mir auch an horizontalen Schnitten völlig unklar geblieben und ich besitze überhaupt rücksichtlich dieses Punktes nur die oben ausführlich mitgetheilte Beobachtung, welche in dem Tastkörperchen eine deutliche Nervenschlinge nachwiess. Dass jedoch eine schlingenförmige Endigung der Nervenfasern nicht allgemein sein dürfte, dafür spricht schon der Umstand, dass zu vielen Tastkörperchen nachweisbar nur eine einzige Nervenfaser tritt, was namentlich bei Kindern der Fall ist, wo die zutretende Nervenfaser häufig gerade an das untere Ende des Tastkörperchens geht und dort an verticalen Schnitten nicht weiter verfolgt werden kann (Taf. VII. Fig. 4). Will man für diese Fälle auch an der Schlingenendigung der Nervenfasern festhalten, so bleibt Nichts übrig, als die Annahme einer Theilung der einzigen zu dem Tastkörperchen tretenden Faser und eine Wiedervereinigung beider durch die Theilung entstandenen Fasern unter der Form einer Schlinge. Schlingenförmige und freie Nervenendigung stehen überhaupt nicht in dem scharfen Gegensatz, wie man sich dieses gewöhnlich denkt. Auch wenn zwei Nervenröhren zu einem Tastkörperchen treten und dort sich schlingenförmig verbinden, bleibt immer die Annahme möglich, dass bei den zahlreich vorhandenen Theilungen der Nervenprimitivfasern in der Cutis die beiden in einem Tastkörperchen sich verbindenden Nervenfasern, Aeste einer und derselben Faser sind, die sich in der Haut bereits theilte. Bei dieser Annahme bleiben die von Kölliker zuerst factisch nachgewiesenen Nervenschlingen der Tastkörperchen morphologisch in ihrem Recht und lassen sich doch physiologisch als freie Endigungen verwerthen.

Als was sind nun die Tastkörperchen zu betrachten, soweit sich Dieses aus deren Bau ermitteln lässt? In der Beantwortung dieser für die Physiologie wichtigsten Frage gehen die Ansichten der verschiedenen Beobachter weit auseinander. Der einzige Punkt, in welchem noch einigermassen Uebereinstimmung herrscht, ist der, dass die Tastkörperchen Endpunkte von Nervenfasern abgeben. Der erste Autor über Tastkörperchen R. Wagner*) hält dieselben für eigene, den Pacini'schen Körperchen vergleichbare Organe, welche so gut als eigene Sinnesap-

*) Nachrichten von der G. A. Universität und der Köngl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttigen Nr. 2 Pag. 28 von dem Jahre 1852.

parate zu betrachten seien, wie die Retina mit den Augenflüssigkeiten, wie die Hörsäckchen des häutigen Labyrinths. An diese Auffassungsweise schliesst sich am nächsten die von Leydig**) an, welcher geneigt scheint, die Tastkörperchen geradezu mit den Pacini'schen Körperchen der Vögel in eine Linie zu stellen, indem er den centralen Theil des Tastkörperchens, als Analogon jenes Cylinders betrachtet, in welchen die Nervenfaser innerhalb der Pacini'schen Körperchen der Vögel anschwillt. An einem anderen Orte veröffentlichte dagegen Leydig **) eine merkwürdige Beobachtung, welche er an den Papillen der Daumendrüse des Froschmännchens machte. Dort fand derselbe nämlich den Tastkörperchen ganz ähnliche Gebilde, welche bei näherer Untersuchung sich als spiralig aufgerollte Nervenknäuel auswiessen. Gerade diese Beobachtung würde meiner früheren, am Eingang dieser Abhandlung angeführten Auffassungsweise der Tastkörperchen, eine vollkommen sichere Stütze geben, hätte ich nicht selbst in dem Farbestoff ein Reagens gefunden, welches schlagend die Unrichtigkeit derselben documentirt.

Meissner ***), auf Beobachtungen über die Entwicklung und die pathologische Veränderung der Tastkörperchen sich stützend, hält dieselben für eine Art von Kapseln, indem er sie als Körperchen von einer bläschenartigen Membran gebildet, beschreibt, welche mit einer vielleicht festen, vielleicht weichen Substanz, die aus kleinen runden Kügelchen besteht, gefüllt sind. Wie bereits erwähnt, glaubt Meissner, dass die querovalen Kerne der Tastkörperchen für die freien Endigungen der zutretenden Nervenfasern zu halten seien, welche zum Theil mitten in die centrale Substanz eingebettet wären, grösstentheils aber wie die Finger einer Hand, an der Wand der Tastkörperchen sich ausbreiteten.

Nach Kölliker bestehen die Tastkörperchen aus einem inneren Strange des Bindegewebes der Papillen, das hier homogen sei und aus einer äusseren, meist einfachen Lage von unentwickeltem elastischen Gewebe, welches den inneren Strang der Quere nach dicht umspinne. Kölliker sieht daher in den Tastkörperchen Nichts als Bindegewebe mit eigenthümlicher Anordnung der Elementartheile, an welchem äusser-

---

*) L. c. Pag. 153.

**) Lehrbuch der Histologie Pag. 81 Fig. 42.

***) L. c. Pag. 19.

lich die Nervenfasern schlingenförmig umbiegen. Consequenterweise trennt daher Kölliker die Tastkörperchen ganz und gar von dem Nervensystem und beschränkt die physiologische Bedeutung derselben darauf, dass sie den Papillenspitzen eine gewisse Festigkeit verleihen und den Nerven als eine härtere Unterlage dienen, wodurch bewirkt werde, dass ein Druck, welcher an anderen Orten noch nicht im Stande sei, die Nerven zu comprimiren, hier einwirke. Nach Kölliker stehen daher die Tastkörperchen physiologisch ganz in gleicher Linie mit den Phalanxknochen und den Nägeln der Finger.

Mir schien für die Stellung der Tastkörperchen eine Angabe von Meissner *) von grösster Bedeutung, welche merkwürdigerweise von späteren Autoren gar nicht weiter berücksichtigt wurde. Nach Meissner finden sich nämlich bei dem neugebornen Kinde noch keine Tastkörperchen; nur in einigen Fällen glaubt dieser Autor in der Spitze der Papille ein kleines helles mattglänzendes Bläschen gesehen zu haben, welches er für den Anfang des späteren Tastkörperchens halten möchte. Ich habe mit Rücksicht hierauf wiederholt die Fingerhaut Neugeborner untersucht und kann Meissner nur beistimmen, dass hier die Tastkörperchen ganz und gar fehlen, dagegen habe ich auch freilich gar Nichts von einem mattglänzenden Bläschen in der Spitze von Papillen gesehen und ich glaube, dass Meissner, der ohne Anwendung von Natron untersuchte, in dieser Beziehung durch die tieferliegenden Zellen des Rete Malpighii, welche bei blosser Behandlung mit Wasser die Papillen immer mehr oder weniger verdecken, getäuscht wurde. Bei ganz frischen Objecten lässt sich auch durch sehr verdünnte Natronlösung Epidermis und Rete entfernen, wodurch die Papillen freiliegend werden; von einem Bläschen in den letzteren ist dann auch nie die geringste Andeutung zu sehen; dagegen sieht man, wie dieses auch Meissner hervorhebt, ganz deutlich in einzelnen Papillen dunkelrandige Nervenfasern und zwar meist nur eine, welche ich bis zu dem oberen Drittheil der Papille **) verfolgen konnte, ohne jedoch eine bestimmte Anschauung über das terminale Ver-

*) L. c. Pag. 16.

**) Die Papillen der Neugebornen und der Kinder überhaupt sind nahe zu ebenso breit, als die der Erwachsenen, aber durchschnittlich nur den dritten Theil so lang.

halten derselben zu erlangen. Die dunkelrandige Nervenfaser hört eben plötzlich, bisweilen leicht angeschwollen auf und entzieht sich der weiteren Verfolgung. Eine Theilung der Faser in zwei oder drei ganz feine blasse Aeste, wie dieses Meissner beschreibt, konnte ich nicht wiederfinden, glaube überhaupt, dass der sichere Nachweis nicht dunkelrandiger, sondern blasser Nervenfasern in der Substanz der Papillen bei unserigen jetzigen optischen Hülfsmitteln geradezu unmöglich ist.

Die ersten Tastkörperchen beobachtete ich bei einem Kinde in dem Alter von fünf und zwanzig Wochen. Dieselben waren 0,006''' lang und 0,0045''' breit. Weiter untersuchte ich hierauf Kinder in dem Alter von einem und anderthalb Jahren. Ueberraschend für mich war der Umstand, dass ich die Tastkörperchen des einjährigen Kindes weiter in der Entwicklung fortgeschritten fand, als die des anderthalbjährigen, woraus hervorgeht, dass sich in dieser Beziehung individuelle Verschiedenheiten geltend machen.

Die Differenzen *) der Tastkörperchen von Kindern und Erwachsenen lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1) Die Tastkörperchen der Kinder sind kleiner und exquisit eiförmig; niemals waltet hier in dem Masse die Längendimension vor und niemals zeigen sich hier die Einschnürungen, wie dieses bei den Tastkörperchen des Erwachsenen so häufig der Fall ist.

2) Die querovalen Kerne sind bei Kindern weniger zahlreich, entschieden länger, dabei aber schmaler, als bei den Tastkörperchen des Erwachsenen.

3) Wegen der geringen Anzahl und der grösseren Dünne der querovalen Kerne lässt sich an den Tastkörperchen der Kinder der bestimmte Nachweis liefern, dass dieselben nach aussen von der Substanz der Papille durch eine eigene, wie es scheint homogene oder structurlose Haut abgegränzt sind, dass dieselben demnach als ovale Kapseln zu betrachten sind, welche eine feinkörnige Substanz einschliessen.

4) Die dunkelrandigen Nervenfasern treten bei Kindern und zwar fast immer nur eine, nie seitlich, sondern immer nur an der unteren Seite zu dem Tastkörperchen und bilden an demselben keine Spiraltouren, welche so häufig an den Tastkörperchen des Erwachsenen zur Beobachtung kommen.

---

*) Es versteht sich von selbst, dass diese Verschiedenheiten im Allgemeinen um so mehr in die Augen fallen, je jünger das betreffende Individuum ist.

Der dritte der erwähnten Punkte scheint noch einer näheren Erörterung zu bedürfen. Die Tastkörperchen des Erwachsenen erscheinen von der eigentlichen Substanz der Papille hauptsächlich durch die massenhaft vorhandenen querovalen Kerne abgegränzt; bei Kindern ist diese Abgränzung noch viel deutlicher und bestimmter ausgesprochen, aber nicht durch die querovalen Kerne gegeben, welche hier viel weiter auseinander liegen, sondern durch eine äusserst scharfe Contourlinie, welche die leicht faserige Substanz der Papille von der homogenen Substanz der Tastkörperchen auf das Evidenteste scheidet. Ich vermag mir die Existenz dieser Contourlinie nur durch die Annahme einer structurlosen kapselartigen äusseren Hülle der Tastkörperchen zu erklären, auf welcher die querovalen Kerne haften. Dass übrigens eine derartige Kapsel wirklich vorhanden ist, lehren auch auf das Ueberzeugendste Farbstoffpräparate. Lässt man verticale Schnitte, welche von Fingern, die durch momentanes Eintauchen in nahezu siedendes Wasser ihrer Epidermis beraubt wurden, einige Stunden in einer äusserst verdünnten Lösung von Farbstoff liegen, so sind die Papillen fast gar nicht gefärbt, die Tastkörperchen zeigen dagegen eine schöne rosenrothe Farbe, welche scharf gegen die Substanz der Papillen absticht und von der sich die intensiv dunkelroth gefärbten Kerne deutlich abheben.

Wir müssen daher die Tastkörperchen als von der eigentlichen Substanz der Papillen getrennte Bildungen ansehen und haben hier nur noch dem Einwande zu begegnen, dass sich dieselben factisch so schwer, oder gar nicht von den Papillen isoliren lassen. Der Grund hievon liegt einmal in der Kleinheit der Papillen und der Tastkörperchen, sowie in dem rigiden Verhalten der ersteren, welche, selbst wenn man mit den feinsten Nadeln unter starken Lupen arbeitet, sich nicht gut zerreissen und noch viel weniger zerfasern lassen. Uebrigens hatte ich bei Querschnitten von Chrompräparaten, die in der früher angegebenen Weise gefertigt waren, häufig genug Gelegenheit, wenigstens partiell von der Papillensubstanz isolirte Tastkörperchen zu beobachten. Befinden sich überdiess die querovalen Kerne, wie dieses Kölliker meiner Ansicht nicht mit Unrecht annimmt, in länglichen Zellen (Entwicklungszellen des elastischen Gewebes oder Bindegewebskörperchen), so liegt die Möglichkeit sehr nahe, dass durch diese Zellen eine sehr innige Verbindung zwischen der Kapsel der Tastkörperchen und der, die letztere umgebende Substanz der Papillen, vermittelt wird.

Wenn demnach es kaum mehr einem Zweifel unterliegen kann, dass die Tastkörperchen eine kapselartige Hülle besitzen, auf deren äusserer Fläche Kerne oder vielleicht besser Bildungszellen des elastischen Gewebes aufgelagert sind, so tritt uns jetzt die physiologisch wichtigere Frage nach der Beschaffenheit der in der Kapsel enthaltenen Substanz entgegen. Sämmtliche Beobachter, welche dieser Substanz erwähnen, bezeichnen dieselbe als feinkörnig, womit ich auch, nach dem, was ich gesehen, vollkommen übereinstimmen muss. Aber mehr darüber auszusagen, ist zur Zeit ganz unmöglich; weder das Mikroskop noch die mikrochemische Reaction geben weitere Aufschlüsse und ich halte es daher für ebenso gewagt, diese centrale Substanz nach Analogie der Pacini'schen Körperchen für Nervenmasse zu nehmen, wie dieselbe ohne weiters für Bindegewebe, in das feine Körnchen eingestreut seien, zu erklären. Eine Flüssigkeit ist dieser Inhalt der Tastkörperchen nicht; denn sonst wäre es unmöglich, denselben auf Querschnitten darzustellen; ich bin jedoch aus allgemeinen Gründen mehr geneigt, denselben für eine halbweiche, denn für eine feste Substanz zu halten.

Zu dieser centralen Masse begeben sich nun die Nerven, welche entweder unten, oder seitlich, oder nach Vollendung mehrerer Spiraltouren mehr oder weniger hoch oben, durch die kapselartige Hülle der Tastkörperchen treten. Wie die Nerven in dieser feinkörnigen centralen Substanz sich weiter verhalten, und in welchem Verhältnisse sie zu derselben stehen, lässt sich mit den jetzt bekannten Untersuchungsmethoden nicht zur Entscheidung bringen und wird selbst auf die physiologische Stellung der Tastkörperchen zunächst nicht sehr wesentlich influiren.

Jeder Sinnesnerv wird durch eigenthümliche Agentien in Erregung versetzt, der Opticus durch Lichtwellen, der Acusticus durch Schallwellen; das Erregungsmittel der Tastnerven werden wir nur in veränderten Spannungszuständen der Haut, durch äusseren Druck, oder Zug gegeben, zu suchen haben. Die Uebertragung dieser veränderten Spannungszustände wird aber in hohem Grade begünstigt werden durch geschlossene Kapseln mit halbweichem Inhalt, in welchem die Nerven eingebettet sind. Auch die geringste Spannungsveränderung wird in dem halbweichen Inhalt der Tastkörperchen eine Art Wellenbewegung hervorrufen, welche die betreffenden Nerven in Erregung versetzt. Diese Bewegung wird noch ausgiebiger werden in Folge der Elasticität der Kapseln. In dieser Beziehung wird die Auffassung von Kölliker, welcher die quer-

ovalen Kerne als in der Entwicklung begriffene elastische Fasern deutet, von Bedeutung.

In physiologischer Beziehung spreche ich daher, wie Kölliker, den Tastkörperchen einmal eine mechanische Bedeutung zu, betrachte sie aber auch in anderer Beziehung als zum Nervensystem gehörig, gerade so, wie dieses von den Stäbchen der Retina, oder den Zellen, in welche die letzten Endigungen des Nervus cochleae auslaufen, behauptet wird. Weder die Stäbchen noch die erwähnten Zellen sind wirkliche Nerven, sie stehen aber continuirlich mit Nerven in Verbindung. Ganz dasselbe Verhältniss haben wir bei den Tastkörperchen; auch sie sind keine wirkliche Nervenmasse, aber Bildungen, welche continuirlich mit Nerven zusammenhängen. Wie die Endglieder des Opticus mit den Retinastäbchen als besonders geeignet zur Perception der Lichtwellen, so stehen die Endglieder der Tastnerven mit den Tastkörperchen, als besonders geeignet zur Perception der Spannungsveränderungen der Haut, in Verbindung. In dem Acusticus sind Zellen gerade von Kölliker als solche terminale Bildungen mit Sicherheit nachgewiesen, vielleicht lehren künftige Untersuchungen über die Entwicklung der Tastkörperchen, dass auch diese Organe nichts Anderes als weiter entwickelte Zellen, complicirte Zellen in dem Sinne von Henle sind.

Mikroskopische Untersuchung des menschlichen Trommelfells.

Während die histologische Erforschung der Hornhaut sich einer sehr sorgfältigen Bearbeitung eines weiten Kreises mikroskopischer Beobachter erfreute, zog jene Membran des Gehörorgans, welche der Hornhaut in histologischer Beziehung ziemlich nahe steht, nur in geringerem Maasse die Aufmerksamkeit der Mikroskopiker auf sich. Shrapnell*), F. Arnold**), Wharton Jones***) und J. Toynbee†) sind die Einzigen, welche in der neueren Zeit selbstständige Untersuchungen über den Bau des Trommelfells anstellten. An die trefflichen Arbeiten dieser Forscher schliesst sich in würdiger Weise eine ganz vor kurzem erschienene Ab-

---

*) On the form and structure of the membrana tympani. London Medical Gazette. Vol. X. Pag. 120. London 1832.

**) Icones organorum sensuum. Turici 1839.

***) Organ of hearing in Todd Cyclopaedia of Anatomy and Physiology. Vol. II. Pag 545. London 1839.

†) On structure of the membrana tympani in the human ear. Philosophical Transactions vom Jahre 1851. P. I. 159—168.

handlung des Dr. v. Troeltsch *) an. Damit ist aber auch die neuere histologische Litteratur des Trommelfells erschöpft.

Schon die älteren Anatomen berichten, dass das Trommelfell aus drei histologisch verschiedenen Lagen bestehe, einer mittleren fibrösen, sogenannten Membrana propria, auf welcher sich aussen eine Fortsetzung der äusseren Haut als äussere und innen eine Fortsetzung der Schleimhaut der Trommelhöhle als innere Schichte auflagere. Wir werden dieser im Ganzen richtigen Anschauungsweise folgen und beginnen mit der Betrachtung der äusseren Lage.

Die Haut des äusseren Ohres wird bei dem Uebergang von dem knorpeligen auf den knöchernen Theil des äusseren Gehörganges beträchtlich dünner und ihre Bindegewebeschichte verschmilzt hier so innig mit dem Periost, dass letzteres bei dem Versuche die Cutis zu trennen, immer mit von dem Knochen sich löst. Die drüsigen Elemente der Haut schwinden in der Nähe des Trommelfells ganz, dagegen erhalten sich bis in die unmittelbare Nähe des Trommelfells, in der Haut des äusseren Gehörgangs kleine Härchen und niedrige Papillen, von denen jede ihre Capillarschlinge besitzt (Taf. VII. Fig. 8). Diese Papillen sind in ähnlicher Weise wie an der Haut der Volarfläche der Hand auf Leistchen befestigt, welche parallel der Längsrichtung des äusseren Gehörgangs verlaufen. Hebt man die Hornschichte der Epidermis von dem äusseren Gehörgang ab, so erhält man einen genauen Abguss der Leistchen der Cutis, aber nicht der Papillen. Bei einigermassen fortgeschrittener Maceration ist es leicht, die Hornschicht des inneren Theiles des Gehörganges, mit derjenigen, welche das Trommelfell überzieht, in Form eines Blindsackes abzulösen. Bringt man solche Theile der Hornschicht, an welchen der Ueberzug des Gehörganges an jenen des Trommelfells gränzt, unter das Mikroskop, so sieht man, wie die Abdrücke der Leistchen erst unmittelbar an dem Trommelfell aufhören (Taf. VII. Fig. 7) und die Hornschichte als vollkommen glatte Membran das Trommelfell überkleidet (Taf. VIII. Fig. 2 a).

Unter der Hornschicht findet man in drei bis vier Lagen die kernhaltigen Zellen der Malpighi'schen Schleimschichte, sämmtlich mit vorherrschender Längendimension und vertical auf dem Trommelfell stehend (Taf. VIII. Fig. 1 a und Fig. 2 b).

---

*) Beiträge zur Anatomie des menschlichen Trommelfells in der Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. IX. Pag. 91.

Was die Cutis betrifft, so behauptete schon Arnold*), dass sie auf das Trommelfell übergehe und sich an der Bildung der mittleren Gewebeschichte dieser Membran betheilige. Auch v. Troeltsch hebt den Uebergang der Cutis auf das Trommelfell hervor. An zahlreichen feinen Durchschnitten des Trommelfells überzeugte ich mich gleichfalls, dass zwischen der mittleren fibrösen Schichte dieser Membran und den Zellen des Rete Malpighii, Bindegewebe, das sich in seiner Anordnung wesentlich von jenem der fibrösen Schichte unterscheidet, vorkommt, aber nur in äusserst geringen Mengen, und wie es scheint, in bestimmter Beziehung zu den hier befindlichen Gefässen und Nerven. Zwischen der fibrösen Schichte und dem Rete Malpighii existiren nämlich in dem Trommelfell dunkelrandige Nerven und zahlreiche grössere Gefässe, welche radienartig nach der Peripherie des Trommelfells verlaufen. Den Träger für diese Gefässe giebt nun ein sehr sparsam vorhandenes Bindegewebe ab (Taf. VIII. Fig. 1 b und Fig. 2 c), welches zwar keine ununterbrochene selbstständige Lage des Trommelfells bildet, das aber an der Peripherie in continuirlichem Zusammenhang mit dem Bindegewebe der Cutis des äusseren Gehörganges zu stehen scheint.

Die mittlere, fibröse Schichte, die Membrana propria des Trommelfells besteht aus Bindegewebe, welches in histologischer Beziehung ganz besondere Eigenthümlichkeiten darbietet. Dasselbe hält gleichsam die Mitte zwischen dem gewöhnlichen fibrillirten und dem homogenen Bindegewebe von Reichert, und dürfte vielleicht mit am besten sich eigenen, die vielbesprochene Bindegewebefrage einer endlichen Lösung näher zu bringen. Die Elemente dieses Bindegewebes bilden blasse, bandartige Fasern von 0,004‴ Breite, scharfen aber zarten Contouren, welche die vollkommen homogene durchscheinende Substanz der Faser zu beiden Seiten begränzen (Taf. VII. Fig. 9). Auch nicht die geringste Spur von Fibrillen, welche dieselben als feine Bindegewebebündel characterisiren würden, ist an diesen Fasern nachweisbar. Dielben laufen parallel neben einander, hängen aber häufig mit einander zusammen, wodurch ein Fasernetz mit länglichen, oben und unten spitz zulaufenden, übrigens sehr schmalen Lücken entsteht, in welchem aber die Richtung der Fasern trotz der netzförmigen Verbindung eine sehr bestimmt ausgesprochene

---

*) Handbuch der Anatomie Bd. II. Pag. 1080.

ist. Mit Nadeln lassen sich diese Fasern unter der Lupe ziemlich leicht isoliren, und bei aufmerksamer Beobachtung sind dann an dem Rande von Einzelnen, spindelförmige Körperchen, die in ihrem mittleren dickeren Theile leicht granulirt sind, nach oben und unten aber in feine Fädchen auslaufen, zu beobachten (Taf. VII. Fig. 9 a). Auf dem Querschnitt erscheinen die bandartigen Fasern als scharf contourirte ovale Körper von homogener Beschaffenheit, die 0,004''' lang, und 0,002''' breit sind (Taf. VIII. Fig. 4 f). Am meisten erinnern diese Fasern, welche nach Behandlung mit Carminammoniak eine blassrothe Farbe annehmen, an die Fasern der glatten Muskulatur. Jedoch gelingt es niemals, auch unter Zuhülfenahme des Reichert'schen Reagens (verdünnter Salpetersäure) contractile Faserzellen aus denselben darzustellen. Uebrigens wurden sie früher wirklich für muskulös gehalten, wie von Everard Home *) und Anderen. Bei dem Frosche kommen auch in der That glatte Muskelfasern in dem Trommelfelle vor und dieselben wurden hier von Leydig **) zuerst gesehen.

Bringt man zu den bandartigen Fasern der mittleren Schichte des Trommelfells Essigsäure, so kommen zwei ganz verschiedene Bilder zum Vorschein, je nachdem das mit Essigsäure behandelte Präparat einen Längs- oder einen Querschnitt der Fasern darstellt. In beiden Fällen bringt die Essigsäure, wie überall bei Bindegewebe, ein Aufquellen des Objectes hervor, wobei dasselbe bedeutend lichter wird. Am schönsten lässt sich dieser Vorgang an der isolirten Faser beobachten, welche breiter und so durchsichtig wird, dass zur genaueren Beobachtung derselben es räthlich erscheint, eine grössere Dämpfung des Lichtes eintreten zu lassen. An dem Längsschnitt schwinden in Folge der Quellung die schmalen länglichen Lücken, dagegen erscheinen in beträchtlicher Menge jene spindelförmigen Körper, die man, wie bereits erwähnt wurde, ausnahmsweise auch an dem Rande einzelner isolirter Fasern schon vor der Behandlung mit Essigsäure antrifft. Dieselben sind jetzt viel deutlicher, sehr scharf contourirt, in ihrem mittleren, dickeren Theile mit einem länglichen Kerne versehen und gehen oben und unten in feine blassere

*) On the structure and uses of the membrana tympani of the ear. Philosophical Transactions. Vol. XC. Pag. 1. 1800.

**) Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere. Pag. 266.

Ausläufer über, welche sehr häufig mit oberhalb oder unterhalb gelegenen gleichen Körpern in Verbindung treten (Taf. VII. Fig. 10). Diese Ausläufer gehen nie seitlich, sondern nur an dem oberen und unteren Ende der spindelförmigen Körper ab und sind in der Regel ungetheilt. Die spindelförmigen Körper, die natürlich nichts anderes sind als die Kernfasern von Henle, die Bindegewebskörperchen von Virchow, Saftzellen oder Bildungszellen des elastischen Gewebes von Kölliker, sind gegen 0,02''' lang; ihr mittlerer breiterer Theil, der in der Regel von dem Kerne ganz ausgefüllt wird, ist 0,005 bis 0,010''' lang und 0,0015''' breit. Der Durchmesser der Ausläufer sinkt unter 0,0005'''.

Behandelt man den Querschnitt mit Essigsäure, so verschwinden die früher deutlich von einander geschiedenen Querschnitte der bandartigen Fasern zu einer durchsichtigen Masse, dagegen erscheinen keine spindelförmigen, sondern sternförmige Körperchen, welche in der Regel drei, seltener vier Ausläufer haben, die immer nach verschiedenen Richtungen abgehen (Taf. VII. Fig. 11). Diese Körperchen, in deren dickerem centralen durchschnittlich 0,002''' breiten Theile, ein runder Kern nicht zu verkennen ist, lassen sich am besten mit den sternförmigen Zellen des Schmelzorgans oder mit gewissen Formen von Hornhautkörperchen vergleichen, mit denen sie auch das gemein haben, dass ihre Ausläufer unter einander anastomosiren. Ich habe mir viele Mühe gegeben, das allmählige Sichtbarwerden dieser Körperchen nach der Behandlung mit Essigsäure zu verfolgen und dabei die Ueberzeugung gewonnen, dass dieselben nicht auf dem Querschnitt der bandartigen Fasern, sondern in den Räumen zwischen denselben entstehen.

Was die Deutung dieser sternförmigen Körperchen betrifft, so liegt es am nächsten, dieselben für quer durchschnittene spindelförmige Körperchen zu nehmen; allein mit dieser Annahme bleibt vollkommen unerklärt, woher an den sternförmigen Körperchen die drei Fortsätze, welche in horizontaler Richtung verlaufen, kommen, da an den spindelförmigen immer nur zwei Fortsätze und die in vertikaler Richtung verlaufend, beobachtet werden. Auch giebt bekanntlich der mit Essigsäure behandelte Querschnitt der Sehne ein ganz anderes Bild *). Behandelt man Längsschnitte und Querschnitte einige Zeit mit zwanzigprocentiger Salpeter-

---

*) Vergl. meine Gewebelehre 2te Auflage. Pag. 114. Fig. 59 B.

säure, so erhält man vollkommen isolirte spindelförmige, dagegen nie sternförmige Körperchen. Auch nach vier und zwanzig stündiger Behandlung mit Essigsäure erhält man isolirte Körperchen, welchen aber die Ausläufer fehlen, und die nur als Kerne erscheinen, welche der auflösenden Einwirkung der Essigsäure widerstehen. Ganz auffallende Erscheinungen bringt die Essigsäure an Präparaten hervor, welche vorher in Farbstofflösung gelegen haben. Wie ich bereits erwähnte, erhalten die bandartigen Fasern dadurch eine mehr oder weniger röthliche Farbe, deren Intensität sowohl von der Länge der Einwirkung der Farbstofflösung, wie von deren Concentration abhängt. An dem Längsschnitt heben sich die spindelförmigen Körperchen wegen der saturirten Färbung von den minder stark gefärbten Fasern deutlich ab; dagegen sieht man an dem Querschnitt Nichts von sternförmigen Körperchen. Wirkt nun die Essigsäure ein, so erfolgt sogleich eine Aenderung in der Vertheilung des Farbstoffs. Die bandartigen Fasern erblassen bedeutend und werden, wenn sie nicht sehr intensiv gefärbt waren, vollkommen farblos, dagegen erscheinen sowohl die spindelförmigen, wie auf dem Querschnitt die sternförmigen Körperchen intensiv gefärbt und zwar der dickere mittlere Theil, der in der Regel von dem Kerne ganz ausgefüllt wird, in auffallend höherem Maasse, als die blasser gefärbten Ausläufer. Entzieht man solchen mit Essigsäure behandelten Farbstoffpräparaten durch absoluten Alkohol das Wasser, so lassen sich die gefärbten spindelförmigen und sternförmigen Körperchen in Canadabalsam im getrockneten Zustand conserviren, und unterscheiden sich nur wenig von frisch präparirten.

Die bandartigen Fasern der mittleren Schichte des Trommelfells verlaufen in zwei Richtungen, nämlich als radiäre und als circuläre, ein Verhalten, das schon die Untersuchung des Trommelfells mittelst der Lupe ergiebt. Die radiäre Lage ist die äussere nach dem Gehörgang sehende, die circuläre die innere nach der Trommelhöhle gerichtet. Die instructivsten Bilder über das Verhältniss beider Lagen zu einander geben Querschnitte des Trommelfells, welche mit Essigsäure behandelt worden. Dieselben fertige ich unter der Lupe in ähnlicher Weise an, wie jene der Retina. Nach Zusatz von Essigsäure, in der sie aufquellen, präsentiren dieselben, wenn sie nur einigermassen dünn sind, ihre Durchschnittsfläche, und beide Lagen, die radiäre und circuläre, erscheinen sehr scharf abgegränzt durch die Gegenwart der spindelförmigen oder stern-

förmigen Körperchen. War der Querschnitt ein radiärer, so hat man vorn die spindelförmigen und hinten die sternförmigen Körperchen und umgekehrt verhält sich die Sache bei dem circulären Querschnitt. Querschnitte lehren weiter, dass radiäre und circuläre Lage nur auf einander liegen und durch kein Zwischengewebe verbunden sind. In Uebereinstimmung hiemit, lassen sie sich auch ausserordentlich leicht mit Nadeln von einander trennen, während sich, weder von der radiären Lage das Bindegewebe mit den Zellen des Rete Malpighii, noch von der circulären die Schleimhaut abheben lässt.

Die äussere radiäre Lage nimmt ihren Ursprung von dem sogenannten Annulus cartilagineus (Taf. VIII. Fig. 4 a und Fig. 3 a), jenem ringförmigen Wulste, durch welchen das Trommelfell in die Furche des knöchernen äusseren Gehörgangs eingesenkt ist. Nimmt man das Trommelfell von der Trommelhöhle aus sorgfältig heraus, so gelingt es leicht, dasselbe mit diesem Wulste, welchem auch ein Theil des Periostes des äusseren Gehörganges folgt, zu erhalten. Radiäre Querschnitte, die durch Trommelfell und Ringwulst geführt werden, lehren nun, dass letzterer stark nach Innen prominirt, und dass derselbe gegen das Trommelfell in einen kammartigen Vorsprung übergeht, der in continuirlicher Verbindung mit den radiären Fasern des Trommelfells steht. Der kammartige Vorsprung des aus stark verdichtetem Bindegewebe bestehenden Ringwulstes bezieht übrigens seine Fasern nicht allein von dem letzteren, (Taf. VIII. Fig. 4 b), sondern ein kleiner Theil derselben kommt von den Fasern des Periostes des äusseren Gehörganges (Taf. VIII. Fig. 4 d). Demnach entspringt die radiäre Lage der Fasern des Trommelfells zum grösseren Theile von dem Ringwulst, zum kleineren von dem Periost des äusseren Gehörgangs.

Die Dicke der radiären Lage, welche an dem kammartigen Vorsprung des Ringwulstes 0,01‴ beträgt, wächst etwas gegen die Mitte zu, aber nicht sehr bedeutend. In der nächsten Nähe des Griffendes des Hammers, welches den Umbo und damit das Centrum des Trommelfells bildet, bestimmte ich denselben an sehr fein gelungenen und nicht mit Essigsäure behandelten Präparaten, welche letztere die Massverhältnisse in Folge des Aufquellens der Gewebe ändert, zu 0,018‴.

Den centralen Ansatzpunkt für die radiären Fasern der unteren Hälfte des Trommelfells bildet das Griffende des Hammers, während die von dem oberen Segmente des Ringwulstes kommenden Fasern seitlich an

dem Hammergriff selbst sich anheften. Da in dem centralen Theile des Trommelfells die radiäre Faserlage nur unbedeutend dicker ist, als in dem peripherischen, so können nicht sämmtliche zu dem Hammergriff tretenden Fasern von dem kammartigen Vorsprung des Ringwulstes abgehen. Die bandartigen Fasern müssen demnach in ihrem Verlaufe von dem kammartigen Vorsprung nach dem Hammergriff einer Vermehrung unterliegen und zwar geschieht diese durch Theilung (Taf. VII. Fig. 9 b).

Die circuläre Faserlage beginnt in dem peripherischen Theile des Trommelfells selbstständig, wie sich am Querdurchschnitt unzweifelhaft ergiebt. Während Toynbee die Ringfasern als eine Fortsetzung des Periosts der Trommelhöhle betrachtet, sagt v. Troeltsch, dass auch die circuläre Faserlage von dem Ringwulst ausgehe, ja dass man in dem letzteren selbst die sich verdichtenden Fasern in doppelter Anordnung finde. Was zunächst die letztere Angabe betrifft, so ist in den tieferen Theilen des Ringwulstes das Bindegewebe so verdichtet, dass man überhaupt wenig von einer Faserung sieht und in denjenigen, die an das Trommelfell gränzen, in dem kammartigen Vorsprung, hat die Faserung ausschliesslich die Richtung der radiären Lage der mittleren Tommelfellschichte. Allein auch mit dem Periost der Trommelhöhle steht die Kreisfaserlage in keiner unmittelbaren Beziehung; denn circuläre Fasern sieht man am Querschnitt erst jenseits des kammartigen Vorsprungs, hinter den radiären (Taf. VIII. Fig. 4 f), also in einer gewissen Entfernung von dem Knochen, dagegen wird die circuläre Lage in dem peripherischen Theile des Trommelfells alsbald sehr stark und übertrifft hier die Dicke der radiären um mehr als das Doppelte. Den Durchmesser derselben bestimmte ich hier zu 0,026'''. Dasselbe lehrt die Untersuchung eines Trommelfellsegmentes, das möglichst sorgfältig von der Epidermis befreit ist. Hier findet sich immer zwischen dem Ringwulst und dem Anfang der circulären Faserlage, eine kleine Strecke (Taf. VIII. Fig. 3 b), in welcher man nur radiäre Fasern sieht. In dem Anfang des zweiten Drittheiles des Trommelfells (Taf. VIII. Fig. 3 d) wird die circuläre Lage ziemlich rasch bedeutend dünner, was schon bei der Untersuchung des Trommelfells mittelst der Lupe sich bemerklich macht, indem man diese Stelle bei aufmerksamer Beobachtung durch eine Kreislinie angedeutet findet, welche das Trommelfell in eine innere und äussere Zone scheidet. In dem zweiten Drittheile des Trommelfells verdünnt sich die circuläre Lage immer mehr,

aber nur sehr allmählich. In dem centralen Theile wird dieselbe jedoch so dünn, dass sie, wie v. Troeltsch mit Recht bemerkt, nur als eine fast homogene Membran mit einzelnen Andeutungen circulärer Fasern erscheint.

Zwischen radiäre und circuläre Faserlage ist der Handgriff des Hammers eingeschoben; dass dieser hier und nicht zwischen circulärer Faserlage und Schleimhaut liegt, geht schon daraus hervor, dass die radiären Fasern an den Hammergriff sich ansetzen. Ueber die Art und Weise wie der Hammergriff zwischen radiäre und circuläre Faserlage eintritt, kann man sich eine doppelte Vorstellung machen. Entweder dringt derselbe durch einen Schlitz der circulären Lage ein, so dass an der Peripherie des Trommelfells ein kleiner Theil der circulären Fasern vor den Hammergriff oder eigentlich vor den Hals des Hammers zu liegen käme, oder der Hammergriff senkt sich an dem äussersten Ende der circulären Faserlage ein, in welchem Falle keine Kreisfasern vor ihn zu liegen kämen. Der ersteren Ansicht ist v. Troeltsch; allein auch die Möglichkeit der letzteren muss zugegeben werden, da, wie der Querschnitt lehrt, die Kreisfasern sich nicht bis zum Knochenrande erstrecken. Bis jetzt war es mir unmöglich, diese Frage zur Entscheidung zu bringen; die Schwierigkeiten der Präparation und die Hindernisse, welche der undurchsichtige Hammer der mikroskopischen Untersuchung entgegensetzt, sind so bedeutend, dass es mir trotz vieler Mühe nicht gelang, eine bestimmte Ansicht über den wahren Sachverhalt zu gewinnen.

Die dritte Schichte des Trommelfells ist eine Fortsetzung der Schleimhaut der Trommelhöhle. Die letztere erleidet jedoch bei ihrem Uebergang auf das Trommelfell einige Veränderungen. Zunächst wird ihre Bindegewebelage ausserordentlich dünn und zwar, wie der Querschnitt zeigt, ziemlich rasch an der Uebergangsstelle (Taf. VIII. Fig. 4 g). Auch sind in derselben keine grösseren Gefässe mehr sichtbar, sondern nur Capillaren. Das Epithelium, welches in der Trommelhöhle flimmert, verliert diese Beschaffenheit bei dem Uebergang auf das Trommelfell und besteht hier aus mehreren Lagen zarter abgeplatteter Zellen.

In dem äusseren Drittheile der unteren und in den beiden äusseren Drittheilen der oberen Trommelfellshälfte finden sich auf der Schleimhautschichte in nicht unbeträchtlicher Menge ganz eigenthümliche Hervorragungen, die man entweder als Papillen oder Zotten der Schleimhaut ansehen kann. Dieselben haben bald eine kugelförmige Gestalt (Taf. VIII.

Fig. 5), welche an die schwammförmige Papillen der Zunge erinnert, bald bilden sie einfache fingerförmige Verlängerungen der Schleimhaut, ähnlich den Darmzotten. (Taf. VIII. Fig. 2 f). Die ersteren erreichen eine sehr bedeutende Grösse und können bei durchfallendem Lichte von dem unbewaffneten Auge wahrgenommen werden. Den Durchmesser derselben bestimmte ich zu 0,10 bis 0,12‴ bei einer Länge von 0,12 bis 0,14‴; die fingerförmigen sind kleiner, 0,10 bis 0,12‴ lang und 0,06 bis 0,08‴ durchschnittlich breit.

Der centrale Theil dieser Hervorragungen besteht aus gewöhnlichem Bindegewebe, in dem eine oder mehrere Capillarschlingen verlaufen. An der Peripherie der Hervorragung erscheint dieses Bindegewebe mehr homogen, und ist wie die Schleimhaut mit mehreren Lagen abgeplatteter Epithelialzellen bedeckt. Nach Nervenfasern habe ich in diesen Gebilden umsonst gesucht und ich bin daher mehr geneigt, dieselben mit Zotten, als mit Papillen zusammenzustellen, wofür auch der Umstand spricht, dass einzelne mit der Schleimhaut nur durch Stiele zusammenhängen.

Ganz eigenthümlich sind die Gefässverhältnisse des Trommelfells; jedoch ist die Untersuchung derselben schwierig; denn das Trommelfell gehört, wie mich vielfache Versuche belehrten, zu jenen Theilen, welche sich selbst mit den feinsten Massen nur selten vollständig injiciren lassen. Trotz der geringen Stärke der Membran besitzt sie doch zwei verschiedene Gefässnetze, welche nur an der Peripherie unter einander in Verbindung treten. Beide Gefässnetze sind durch die mittlere Schichte, welche vollkommen gefässlos ist, von einander getrennt. Das äussere Gefässnetz breitet sich in jenem Bindegewebe aus, welches zwischen den tiefen Zellen der Epidermis und der radiären Faserlage liegt (Taf. VIII. Fig. 1 b und Fig. 2 c). Das innere dagegen gehört der Schleimhaut des Trommelfells an.

Die arterielle Quelle des äusseren Gefässnetzes ist in den Arterien des äusseren Gehörgangs, namentlich in der Art. auricularis profunda zu suchen. Von dieser letzteren schlägt sich ein feines Aestchen (Taf. VIII. Fig. 6 b) auf den Hammergriff und gelangt mit diesem zum Centrum des Trommelfells, wo es zahlreiche radienförmig verlaufende Reiserchen abgiebt, welche an der Peripherie sich in dem dort befindlichen capillaren Gefässkranz (Taf. VIII. Fig. 6 d) auflösen. Aus dem letzteren nehmen dagegen auch zahlreiche Venen ihren Ursprung, welche zurück nach dem Centrum des Trommelfells verlaufen und dort zwei grössere unter einan-

der verbundene Venen constituiren (Taf. VIII. Fig. 6 cc). Diese nehmen die Arterie in die Mitte und ziehen sich dem Hammergriff parallel nach aussen. Auch die von dem Centrum des Trommelfells ausstrahlenden Gefässe sind so angeordnet, dass eine Arterie von zwei Venen begleitet ist, welche nur durch ziemlich sparsam vorhandene capillare Verbindungsäste unter einander communiciren. Die eigentliche Capillarität findet sich erst in dem peripherischen Gefässkranz, der übrigens auch mit den nächstgelegenen Gefässen des äusseren Gehörganges in Verbindung steht.

Das innere in der Schleimhaut befindliche Gefässnetz stammt aus den Gefässen der Trommelhöhle. Ich habe dasselbe einmal isolirt dargestellt bei einer Injection des Gehirns, welche nach Unterbindung der beiden Art. vertebrales von den beiden inneren Carotiden aus vorgenommen wurde. Die Füllung des inneren Trommelfellnetzes erfolgte hier wohl durch Anastomosen zwischen der Arteria auditiva interna und den Arterien der Trommelhöhle. In diesem Falle waren die Gefässe des äusseren Netzes ganz leer und nur der peripherische Gefässkranz war theilweise gefüllt. Ich halte daher die Annahme für gerechtfertigt, dass das äussere und das innere Gefässnetz des Trommelfells nur an der Peripherie vermittelst des dort vorhandenen capillaren Gefässkranzes anastomosiren.

Das innnere Gefässnetz des Trommelfells ist ein reines Capillarnetz und zwar sind die Maschen desselben ziemlich eng (Taf. VIII. Fig. 7). Dasselbe unterscheidet sich auf den ersten Blick von dem äusseren Gefässnetz und beide Netze lassen sich an einem gut injicirten Trommelfell leicht dadurch von einander trennen, dass man die radiäre Faserlage von der circulären abhebt; an der ersteren bleibt dann das äussere und an der letzteren das innere Gefässnetz haften. Bis jetzt ist es mir noch nicht klar geworden, auf welche Weise die Venen aus dem inneren Capillarnetz sich entwickelte; dagegen sieht man in demselben eine Arterie sich auflösen, welche der Trommelhöhle angehört und die gleichfalls parallel dem Handgriff des Hammers, aber an dessen innerer Seite verlauft.

Nach Arnold *) stammen die Nerven des Trommelfells von dem

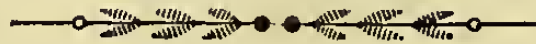
---

*) Handbuch der Anatomie 2. Band Pag. 1086.

N. temporalis superficialis quinti, nach Sappey *) dagegen von dem Ohrast des Vagus. Das Verhalten derselben in dem Trommelfell hat zuerst v. Troeltsch genauer beschrieben, indem er sich zur Darstellung derselben der Natronlösung bediente. In der That treten nach Behandlung des ausgeschnittenen Trommelfells mit diesem Reagens die Nerven deutlich hervor, und man sieht alsdann in der äusseren Schichte des Trommelfells, d. h. in jenem Bindegewebe, welches den Träger der Gefässe abgiebt, Nervenästchen, aus drei oder vier sehr feinen dunkelrandigen Röhren gebildet, welche wie die Gefässe radiär von dem Hammergriff verlaufen. Wirkliche Endigungen dieser Nervenröhren in dem Trommelfell konnte ich bis jetzt nicht wahrnehmen; dagegen sah ich einmal eine nicht zu verkennende Theilung einer Primitivröhre. Der Stamm dieser Nervenästchen verlauft, mit der Arterie und den Venen des äusseren Gefässnetzes parallel dem Hammergriff. In dem Schleimhautüberzug des Trommelfells beobachtete ich einigemal auch feine Nervenfasern, welche jedoch keine dunkle Contouren besassen, also zu den marklosen Nervenfasern gehören.

---

*) Traité d'anatomie T. II. Pag. 530.



Erklärung der Abbildungen.

Erste Tafel.

Fig. 1. Ein Durchschnitt der Windungen des kleinen Gehirns mit sehr verdünnter Farbstofflösung behandelt. Vergrösserung 3.

Fig. 2. Durchschnitt einer Windung des kleinen Gehirns. A weisse Substanz, B und C graue Substanz. B Körnerschichte, C Zellenschichte, x Lage der Zellen an der Gränze zwischen Körner- und Zellenschichte. Vergrösserung 120.

Fig. 3. Schematische Darstellung des Verhaltens der Fasern, Körner und Zellen in den Windungen des kleinen Gehirns. Die Buchstaben mit derselben Bedeutung wie in Fig. 2.

Zweite Tafel.

Fig. 1. Markhaltige, sich theilende Nervenröhre der weissen Substanz der Windungen.

Fig. 2. Körner theils aus der weissen Substanz, theils aus der Körnerschichte der Windungen.

Fig. 3. Dunkelrandige Nervenröhre, deren denudirte Abzweigungen von Körnern durchsetzt werden.

Fig. 4. Axencylinder von Körnern durchsetzt. Zu einem Korne tritt nur eine Axenfaser, während zwei davon abgehen.

Fig. 5. Dunkelrandige Nervenröhre, deren Axenfaser sich ramificirt und von Körnern unterbrochen wird.

Fig. 6. Dunkelrandige varicöse Nervenröhre, deren Axenfaser sich theilt. Die eine der durch Theilung entstandenen Axenfasern, geht durch ein Korn.

Fig. 7. Markhaltige Nervenröhre in der Theilung begriffen. Aus der einen durch Theilung entstandenen markhaltigen Nervenröhre steht die Axenfaser vor, welche durch ein Korn tritt.

Fig. 8. Dunkelrandige varicöse Nervenröhre in Verbindung mit einem Korn.

Fig. 3, 6 und 8 sind genommen von der Gränze zwischen weisser Substanz und Körnerschichte, Fig. 4, 5 und 7 dagegen aus der Körnerschichte selbst.

Fig. 9. Grösseres Korn mit einer dasselbe dicht umschliessenden Hülle aus der Körnerschichte.

Fig. 10. Zellen, welche ausnahmsweise in der äusseren Hälfte der Körnerschichte gefunden werden.

Fig. 11. Isolirte und mit Farbstoff behandelte Zelle mit mächtiger Ramification aus der Zellenschichte der Windungen des kleinen Gehirns.

Fig. 12. Zelle der Zellenschichte, von welcher nach aussen zwei breite und nach innen zur Körnerschichte zwei feine Fortsätze treten.

Fig. 13. Ramificirte Zelle der Zellenschichte; von ihren äusseren Fortsätzen geht eine feine Abzweigung zur Körnerschichte und tritt dort mit einem Korne in Verbindung.

Fig. 14. Zelle der Zellenschichte mit einem inneren Fortsatz, der sich theilt und dessen Aeste von Körnern der Körnerschichte durchsetzt werden.

Fig. 15. Abgerissener ramificirter Fortsatz einer Zelle der Zellenschichte, von welchem eine Abzweigung mit einem Korne verbunden ist.

Fig. 16. Selten vorkommende kleinere Zelle aus der Mitte der Zellenschichte.

Fig. 17. Durchschnitt einer injicirten Windung des menschlichen Kleinhirns, A Capillarnetz der weissen Substanz, B Capillarnetz der Körnerschichte, C Capillarnetz der Zellenschichte.

Mit Ausnahme von Fig. 17, welche bei 45facher Vergrösserung gezeichnet ist, sind sämmtliche Figuren bei 300maliger Vergrösserung aufgenommen.

Dritte, vierte und fünfte Tafel.

Fig. 1 bis 38. Verticale Durchschnitte durch den Aquäductus Sylvii von seinem Anfang in dem dritten Ventrikel, bis zu seinem Ende in dem vierten Ventrikel. Sämmtliche Figuren sind mittelst der Camera clara bei 10facher Vergrösserung gezeichnet. Bei derselben Vergrösserung wurde zur Vergleichung mittelst der Camera clara eine in Zehntel eingetheilte Par. Linie eines Glasmikrometers gezeichnet, welche sich oben auf der dritten Tafel befindet.

Sechste Tafel.

Fig. 1. Verticaler Schnitt durch den Aquäduct in der Höhe des Endes der vorderen Vierhügel.

a) Feinkörnige Grundlage der grauen Gehirnsubstanz, in deren peripherischem Theile zahlreiche Nervenzellen sich finden.

b) Grobkörnige Grundsubstanz, den Canal unmittelbar umgebend, an einzelnen Stellen mit deutlicher radiärer Streifung.

c) Flimmerzellen des Aquäducts.

Von einem einjährigen Kinde. Vergrösserung 90.

Fig. 2. Sehr feiner verticaler Schnitt durch den Aquäduct desselben Kindes.

a) Feinkörnige Grundlage der grauen Substanz mit einer Nervenzelle.

b) Grobkörnige Grundsubstanz.

c) Flimmerzellen, die durch ihre fadenförmigen Anhänge die radiäre Streifung der Grundsubstanz bewirken. Vergrösserung 250.

Fig. 3. Zellige Elemente der Grundsubstanz, die wahrscheinlich dem Bindegewebe angehören. Vergrösserung 450.

Fig. 4. Sehr feiner Schnitt durch die Wandung des Aquäducts einer 68jährigen Frau.

a) Grobkörnige Grundsubstanz.

b) Corpusculum amylaceum.

c) Capillargefäss.

d) Flimmerzellen. Vergrösserung 350.

Fig. 5. Cyste aus der grobkörnigen Grundsubstanz eines 72jährigen Mannes. Vergrösserung 350.

Fig. 6. Flimmerzelle des Aquäducts eines einjährigen Kindes mit blassem haarfeinen Anhang, der an seinem unteren Ende in ein strahlenförmiges Körperchen (Bindegewebskörperchen) übergeht. Seitlich von der Zelle ein zweiter haarfeiner, aber ganz kurzer Anhang. Vergrösserung 450.

Fig. 7. Zwei isolirte Flimmerzellen, mit breiten doppeltcontourirten terminalen Anhängen, von welchen der eine mit einem kernhaltigen Körperchen in Verbindung steht. Die zwischen den Anhängen beider Zellen vorhandenen Fasern, gehören der grobkörnigen Grundsubstanz an. Aus der Wasserleitung eines einjährigen Kindes. Vergrösserung 450.

Fig. 8. Zwei Flimmerzellen, eben daher, weniger gut isolirt, so dass noch in b zwischen ihnen die grobkörnige Grundsubstanz zu erkennen ist. Der doppeltcontourirte Anhang der einen Zelle hängt mit einem nicht kernhaltigen Körperchen zusammen, von dem an dem anderen Ende mehrere Fortsätze ausstrahlen. Vergrösserung 450.

Fig. 9. Isolirte Flimmerzelle aus dem Aquäduct eines 71jährigen Mannes. Vergrösserung 450.

Fig. 10. Injicirte Gefässe der Wandungen der Wasserleitung. Vergrösserung 120.

Siebente Tafel.

Fig. 1. Längliches Tastkörperchen des Erwachsenen mit Farbstoff behandelt und getrocknet in Canadabalsam conservirt. An einzelnen Stellen bemerkt man neben den querovalen auch längliche Kerne.

Fig. 2. Tastkörperchen eines zwölfjährigen Mädchens, welchem ein Finger amputirt wurde, den ich sogleich nach der Operation zu untersuchen Gelegenheit hatte. Frisches mit Natron behandeltes Präparat.

Fig. 3. Ovales Tastkörperchen eines einjährigen Kindes mit Farbstoff behandelt und nicht getrocknet.

Fig. 4. Ovales Tastkörperchen eines fünf und zwanzig Wochen alten Kindes, derselben Behandlungsweise unterworfen. Die zutretende dunkelrandige Nervenröhre geht schon an dem unteren Pole zu dem Tastkörperchen.

Fig. 5. Tiefer Querschnitt durch die Papillen des Erwachsenen.

a) Tiefe Zellen des Rete Malpighii.

b) Bindesubstanz der Papillen.

c) Durchschnitt durch das Tastkörperchen.

d) Durchschnitt des dunkelrandigen Nerven, der ausserhalb des Tastkörperchens liegt.

e) Durchschnitt durch Gefässe, welche die Capillarschlingen der Papillen bilden.

Fig. 6. Hoher Querschnitt durch die Papillen des Erwachsenen.

a) Tiefe Zellen des Rete Malpighii.

b) Bindesubstanz der Papille.

c) Durchschnitt durch das Tastkörperchen.

d) Durchschnitt des dunkelrandigen Nerven, der innerhalb des Tastkörperchens liegt.

e) Durchschnitt durch Gefässe der Capillarschlingen.

Fig. 1 bis 6 sind bei 300maliger Vergrösserung und nach Präparaten gezeichnet, welche sämmtlich der Volarhaut des ersten Fingergliedes entnommen sind.

Fig. 7. Die Hornschicht der Epidermis (Cuticula) des äusseren Gehörganges und des Trommelfells eines zweimonatlichen Kindes nach einem getrockneten in Canadabalsam conservirten Präparat.

a) Hornschicht des äusseren Gehörgangs mit den Abgüssen der Leisten der Cutis.

b) Gränze zwischen Hornschicht des äusseren Gehörganges und des Trommelfelles.

c) Hornschichte des Trommellfels, glatt ohne leistenartige Vorsprünge. Vergrösserung 12.

Fig. 8. Verticaler Schnitt durch die injicirte Haut des äusseren Gehörgangs eines halbjährigen Kindes in der unmittelbaren Nähe des Trommelfells.

a) Hornschicht der Epidermis.

b) Rete Malpighii.

c) Papillen.

d) Gefässe.

e) Haare mit Haarbalg. Vergrösserung 120.

Fig. 9. Fasern aus der radiären Lage des Trommelfells mit Wasser behandelt.

a) Spindelförmiges Körperchen.

b) Zwei Fasern sich zu einer vereinigend. Vergrösserung 400.

Fig. 10. Fasern aus der radiären Lage des Trommellfels mit Essigsäure behandelt. Längsschnitt. Vergrösserung 250.

Fig. 11. Fasern ebendaher mit Essigsäure behandelt, Querschnitt. Vergrösserung 400.

Achte Tafel.

Fig. 1. Circulärer Schnitt aus der Mitte des Trommelfells mit Essigsäure behandelt.

a) Tiefe Zellen des Rete Malpighii.

b) Fortsetzung des Bindegewebes der Cutis mit dem Durchschnitt zweier Gefässe.

c) Radiäre Lage der Media.

d) Circuläre Lage der Media.

e) Schleimhaut. Vergrösserung 250.

Fig. 2. Radiärer Durchschnitt des Trommelfells aus der äusseren Hälfte mit Essigsäure behandelt.

a) Hornschichte der Epidermis.

b) Rete Malpighii.

c) Fortsetzung des Bindegewebes der Cutis mit einem radiär verlaufenden Gefäss.

d) Radiäre Lage der Media.

e) Circuläre Lage der Media.

f) Schleimhaut mit zwei Zotten. Vergrösserung 250.

Fig. 3. Ausschnitt des Trommelfells von der Fläche gesehen bei 25 facher Vergrösserung.

a) Ringwulst.

b) Ursprung der radiären Fasern von dem Ringwulst. Circuläre Fasern sind hier noch keine zu sehen.

c) Circuläre Fasern, welche in dem äusseren Drittheil des Tommelfells am reichlichsten vorhanden sind und dadurch die radiären verdecken.

d) Ziemlich scharfe Gränze der Stelle, an welcher die circulären Fasern mehr zurücktreten, wodurch die radiären sichtbar werden.

e) Circuläre und radiäre Fasern, welche in nahezu gleichen Mengeverhältnissen in dem mittleren Drittheile des Trommelfells vorhanden sind.

f) Circuläre Fasern so zurückgetreten, dass nur radiäre sichtbar sind (inneres Drittheil des Trommelfells).

Fig. 4. Durchschnitt durch den Ringwulst und den peripherischen Theil des Trommelfells bei 50facher Vergrösserung.

a) Ringwulst.

b) Jener Theil des Ringwulstes, welcher mit als Ursprung der radiären Faserlage des Trommelfells dient.

c) Periost des äusseren Gehörgangs.

d) Jener Theil der Fasern des Periosts, der mit b vereinigt, den kammartigen Vorsprung bildet, von welchem die radiäre Faserlage des Tromm l-fells abgeht.

e) Radiäre Faserlage.

f) Circuläre Faserlage.

g) Schleimhautschichte.

h) Aeussere Schichte.

i) Cutis des äusseren Gehörganges mit Papillen.

k) Epidermis des äusseren Gehörganges.

Fig. 5. Zotte aus der Schleimhautschichte des Trommelfells mit Capillarschlingen. Vergrösserung 300.

Fig. 6. Injicirte untere Hälfte des Trommelfells.

a) Ende des Hammergriffes.

b) Arterie, sich radienförmig ausbreitend.

c, c) Venen.

d, d) Gefässkranz an der Peripherie des Trommelfells. Vergrösserung 25.

Fig. 7. Capillarnetz aus der Schleimhautschichte des Trommelfells. Vergrösserung 25.

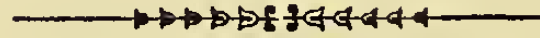


Fig 1.

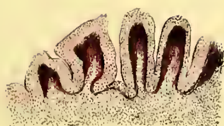


Fig. 2.

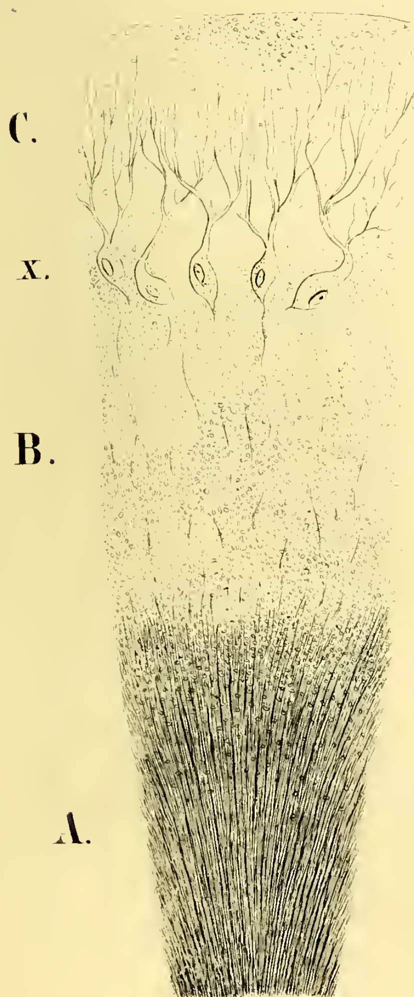


Fig. 3.

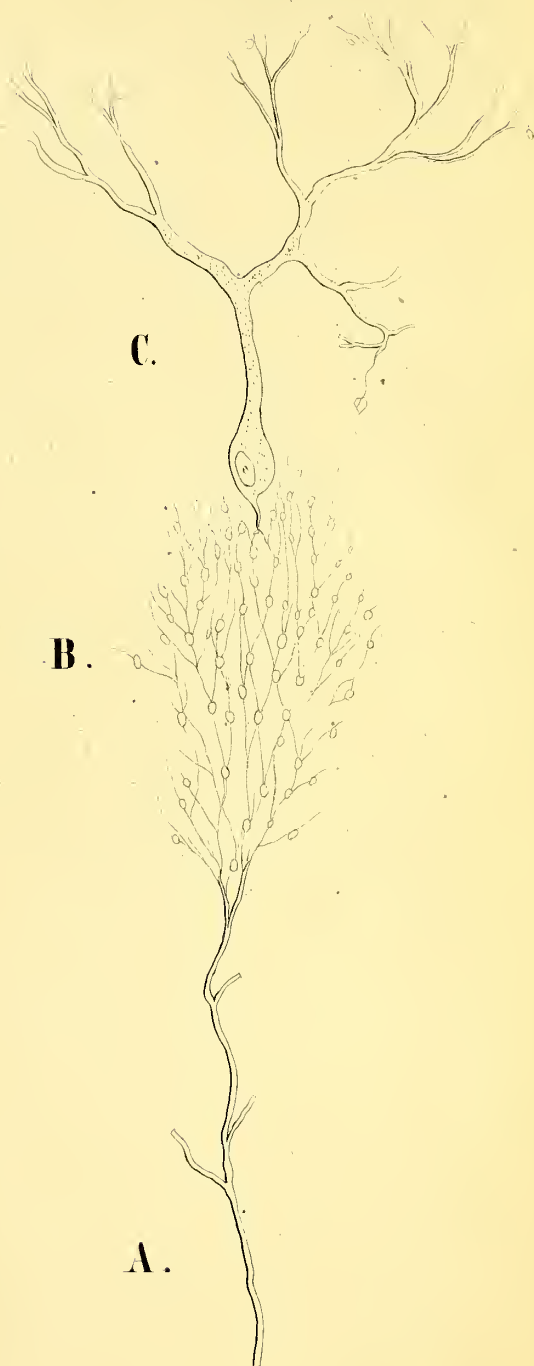


Fig 1.

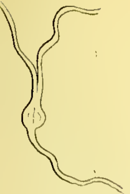


Fig 2.

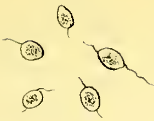


Fig 3.



Fig 4.



Fig 5.



Fig 6.



Fig 7.



Fig 8.

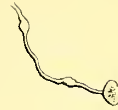


Fig 9.



Fig 10.



Fig 15.



Fig 11.



Fig 17.



Fig 14.



Fig 13.

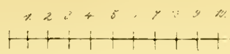


Fig 16.



Fig 12.

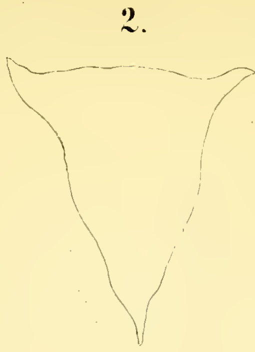




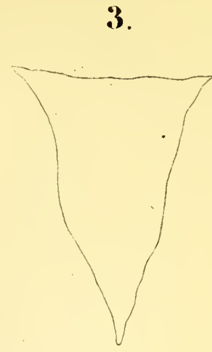
1.



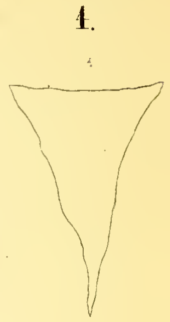
2.



3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.



10.



11.



12.



13.



14.



15.



16.



17.



18.



19.



20.



21.



22.



23.



24.



25.



26.



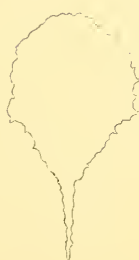
27.



28.



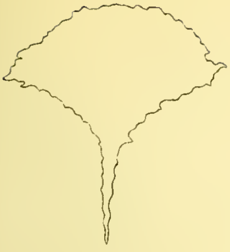
29.



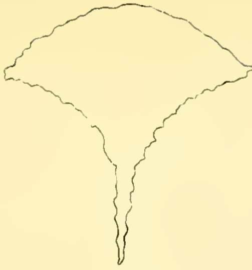
30.



31.



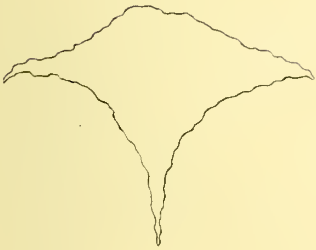
32.



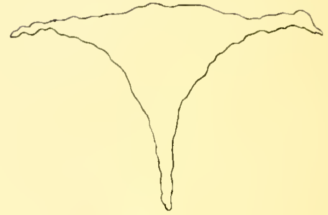
33.



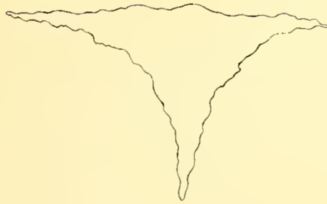
34.



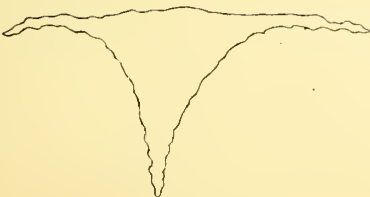
35.



36.



37.



38.

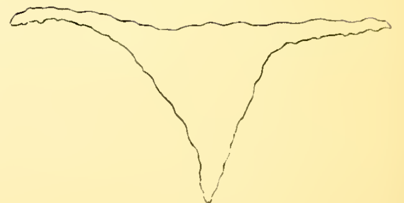
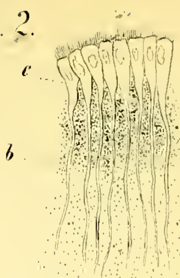


Fig. 1.

Fig. 2.



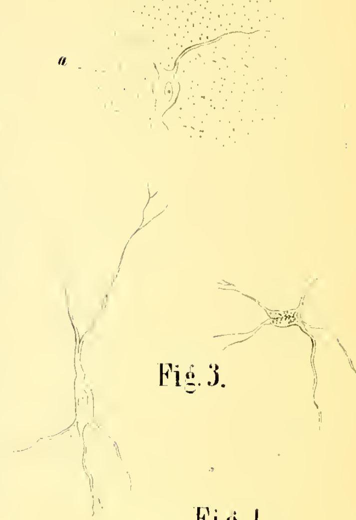


Fig. 3.

Fig. 4.



Fig. 9.



Fig. 6.



Fig. 5.

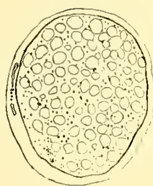


Fig. 10.



Fig. 7.

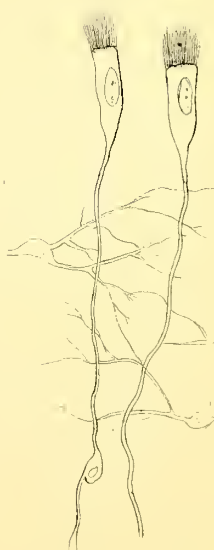


Fig. 8.

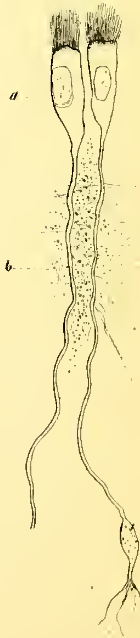


Fig. 1.

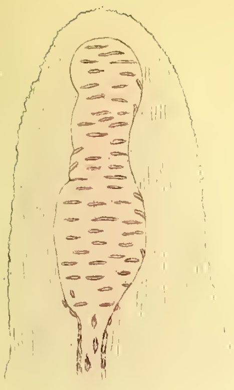


Fig. 2.

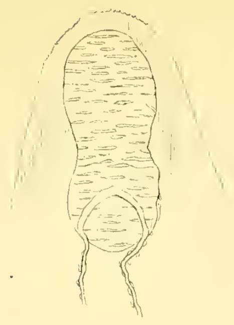


Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 6.



Fig. 5.



Fig. 7.

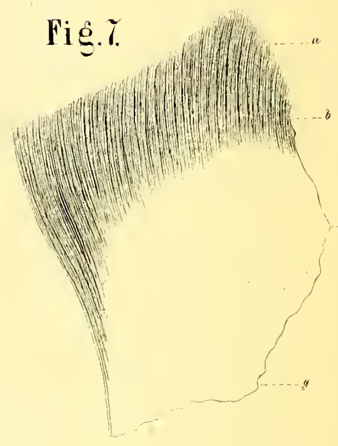


Fig. 10.

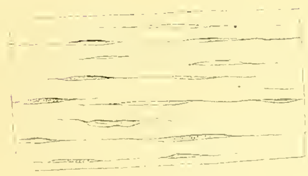


Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 11.



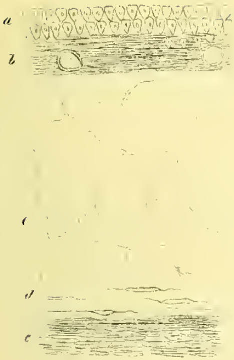


Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 4.


Fig. 7.

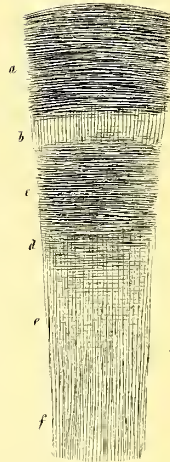


Fig. 3.

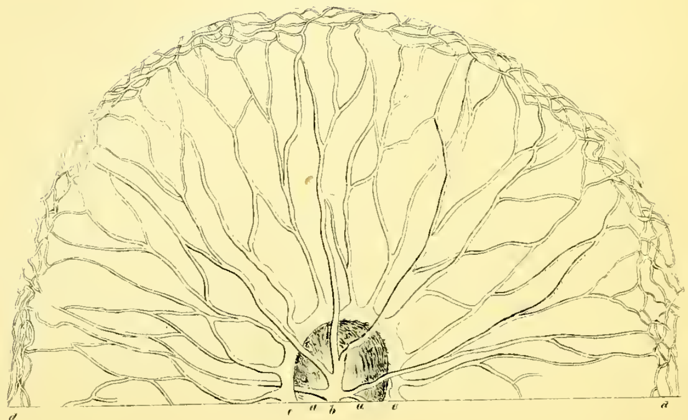
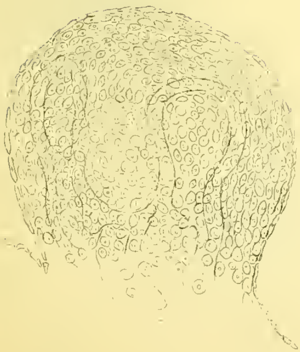


Fig. 6.


Fig. 5.

Mikroskopische Studien

aus

dem Gebiete

der

menschlichen Morphologie.

Von

J. Gerlach,
Professor der Anatomie und Physiologie zu Erlangen.

Mit acht lithographirten Tafeln.

Erlangen.
Verlag von Ferdinand Enke.
1858.

